DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

SIEBENUNDFÜNFZIGSTER BAND.

Z 457

MIT 1 KARTE, 64 TAFELN UND 107 TEXTFIGUREN.

IN COMMISSION BEI F. TEMPSKY,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

272.2

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

The gift of the K. Akademie der Wissenschaften in Wien

No. 11,704

Dec. 5. 1891

RECEIVED
DEC 5 1891

DENKSCHRIFTEN

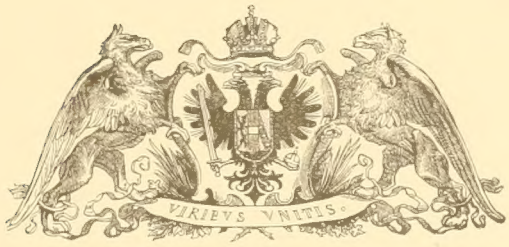
DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

SIEBENUNDFÜNFZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1890.

INHALT.

Seite

Naumann und Neumayr: Zur Geologie und Paläontologie von Japan. (Mit 15 Textfiguren und 5 Tafeln.) 1

Nathorst: Beiträge zur mesozoischen Flora Japan's. (Mit 6 Tafeln.) 43

Ettingshausen Frh. v.: Die fossile Flora von Schoenegg bei Wies in Steiermark. I. Theil. (Enthaltend die Cryptogamen, Gymnospermen, Monocotyledonen und Apetalen.) (Mit 4 Tafeln.) . 61

Oppenheim: Die Land- und Süsswasserschnecken der Vicentiner Eocänbildungen. Eine paläontologisch-zoographische Studie. (Mit 5 Tafeln.). 113

Krug: Theorie der Derivationen 151

Ettingshausen Frh. v. und Krašan: Untersuchungen über Ontogenie und Phylogenie der Pflanzen. Auf paläontologischer Grundlage. (Mit 7 Tafeln in Naturselbstdruck und 1 Textfigur.) 229

Rosiwal: Geologische Untersuchungen im centralen Balkan. III. Petrographischer Theil. Zur Kenntniss der krystallinischen Gesteine. (Mit 3 Tafeln.) 265

Toula: Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan. (Mit 7 Tafeln und 41 Textfiguren.) 323

Hann: Das Luftdruck-Maximum vom November 1889 in Mittel-Europa, nebst Bemerkungen über die Barometer-Maxima im Allgemeinen. (Mit 2 Tafeln.) 401

Gegenbauer: Einige Sätze über die Functionen $C_n^{\nu}(x)$ 425

Adamkiewicz: Über die Arterien des verlängerten Markes vom Übergang bis zur Brücke. (Mit 3 Tafeln.) 481

Gegenbauer: Zahlentheoretische Sätze 497

Eder: Das sichtbare und das ultraviolette Emissionsspectrum schwachleuchtender verbrennender Kohlenwasserstoffe (Swan'sches Spectrum) und der Oxy-Hydrogenflamme (Wasserdampfspectrum. (Mit 1 Tafel und 8 Textfiguren.) 531

Zlatarski: Ein geologischer Bericht über die Srednja Gora, zwischen den Flüssen Topolnica und Strema. (Mit 1 geologischen Karte.) 559

Singer und Münzer: Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems, insbesondere des Rückenmarkes. (Mit 3 Tafeln.) 569

Blanckenhorn: Das marine Miocän in Syrien. (Mit 4 Textfiguren.) 591

Graber: Vergleichende Studien am Keimstreif der Insecten. (Mit 12 colorirten Tafeln und 38 Textfiguren.) 621

Gegenbauer: Einige Sätze über Determinanten höheren Ranges 735

Rodler und Weithofer: Die Wiederkäuer der Fauna von Maragha. (Mit 6 Tafeln.) 753

ZUR

GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE VON JAPAN

VON

E. NAUMANN

UND

M. NEUMAYR,

C. M. K. AKAD.

(Mit 14 Textfiguren und 5 Tafeln.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 4. JULI 1889.)

I. Geologische Beschreibung des Berglandes von Shikok

von **E. Naumann.**

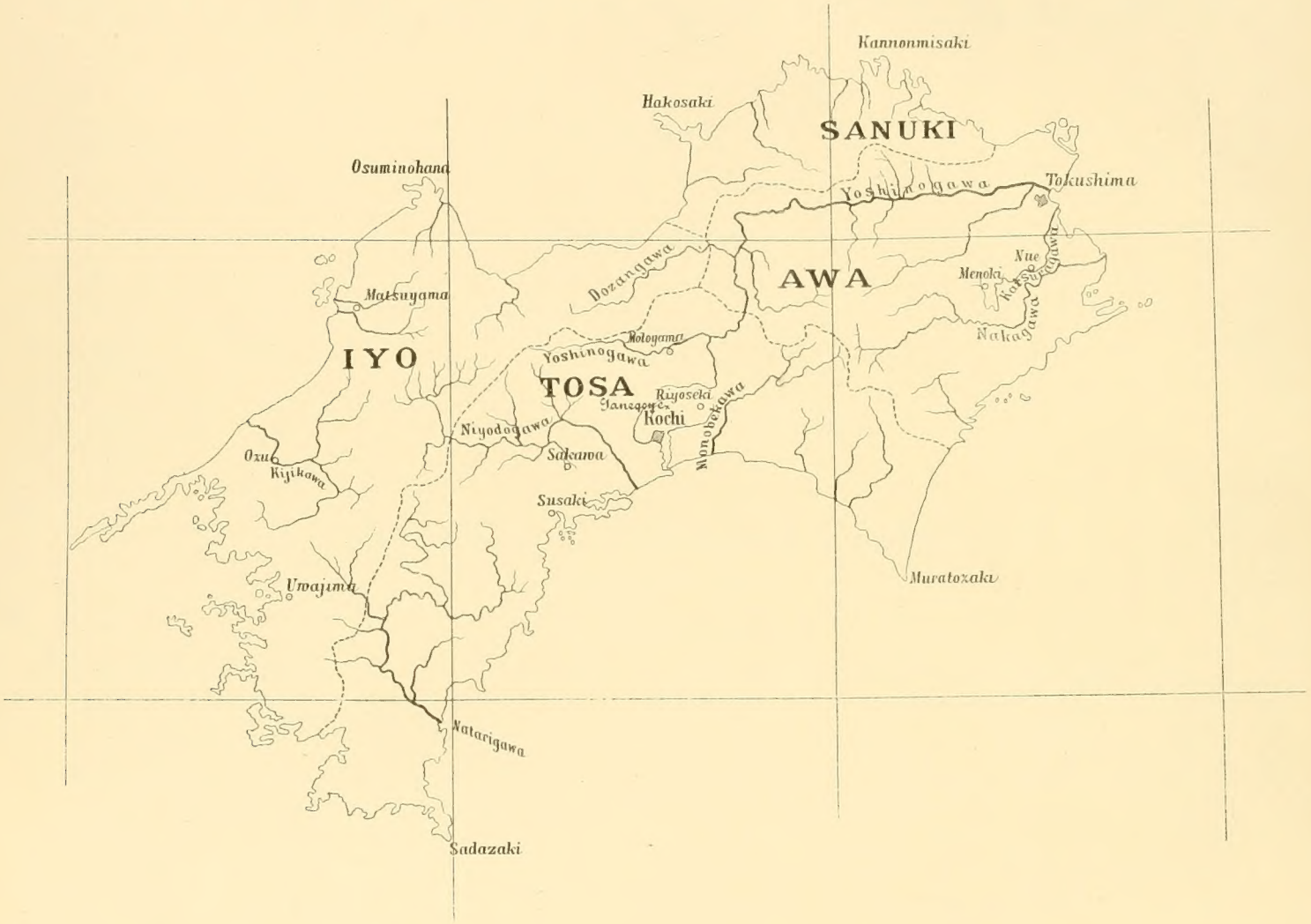
I. Allgemeine Schilderung.

Tritt man von Norden her in das Gebiet der Alpen ein, so markirt sich schon äusserlich die Gliederung nach Zonen auf das deutlichste. Zunächst bilden niedere Hügel, flache Erhebungen — sehr oft ohne Zusammenhang unter einander — den Übergang von den Ebenen zu den Bergen. Es sind Tertiärablagerungen vom Eocän bis zur Grenze gegen das Pliocän hinauf, welche diese niedrigen Anschwellungen zusammensetzen, Tertiärablagerungen mit Süsswasserabsätzen von ansehnlicher Mächtigkeit. Die nächste streifenförmige Bodenschwelle — Verfasser hat das bayerische Alpenland im Auge — ist die Zone des Flysch. So strittig die Frage über das Alter der unter diesem Namen zusammengefassten Bildungen auch sein mag, als Gebirgsglied ist die zu den eigentlichen Kalkalpen überführende Terrainstufe auffallend scharf abgegrenzt und regelmässig ausgebildet. Als ein circa 4 Kilometer breiter Gürtel schmiegt sie sich an das eigentliche Kalkgebirge. Der Flyschzug bildet breite, waldige Rücken mit sanft abgedachten Gehängen; tief eingerissene Thäler oder Schluchten, hochaufragende Gipfel sind ihm fremd. Diese Eigenthümlichkeiten der Oberflächengestaltung sind Folge der sehr einheitlichen Zusammensetzung und der geringen Härte oder Widerstandsfähigkeit des Gesteins. Wo die Kalkalpen anfangen, da verräth sich die Grenze sofort durch schroff und hoch aufsteigende Felsengipfel, nackte Wände mit Schutthalden und tiefe Schluchten mit brausenden Wässern. Obwohl der Flysch ganz plötzlich und unvermittelt gegen die Zone der eigentlichen Kalkalpen abbricht und hier eine grosse Dislocation zur Erklärung der Erscheinungen herbeigezogen werden muss, sind doch deutliche Spuren einer Verwerfung nicht wahrzunehmen.[1] Kolossal mächtige Ablagerungen der mesozoischen Meere liegen vor

[1] Es ist dies vielleicht der geeignete Platz, einem Gedanken Raum zu geben, der in der Lehre von der Gebirgsbildung einige Beachtung verdienen dürfte. Das geologische Oberflächenbild nöthigt sehr oft zur Annahme von Dislocationen, wo

uns, und merkwürdig genug ist es, dass dieselben beinahe ausschliesslich aus Kalk und Dolomit bestehen und der grossen Hauptsache nach nur einer Formation, sogar einer Formationsabtheilung, der oberen Trias zukommen. Schreiten wir weiter nach Süden, so thut sich schliesslich das Labyrinth der Schluchten des Kalksteingebirges plötzlich auf, wir steigen in das herrliche, breite Längsthal des Inn hinab und stehen an der Grenze des Centralmassivs, an der Grenze der krystallinischen Schiefer und des wildzackigen Hochgebirges mit seiner Gletscherwelt. Von Landeck bis Schwaz bildet der Inn die scharfe Grenze zwischen Kalkzone und

Fig. 1. Skizze der Insel Shikok. Maassstab 1 : 1.600000.



man nach den mechanischen Spuren einer Bewegung vergebens sucht. Die einschlägigen Nachforschungen bleiben wohl in den häufigsten Fällen deshalb resultatlos, weil sich die directen Spuren des Aneinanderhingleitens ganzer Gebirgstheile im Laufe der Zeit verwischt haben. Und diese Verwischung dürfte desshalb in so vollkommener Weise erfolgt sein, weil die Verwerfungen in einer grossen Anzahl der Fälle nicht plötzlich, nicht mit einem gewaltigen Ruck, sondern langsam, wie die Faltenbewegung selbst, oft sogar etappenweise statthatten. Die Flexuren sowohl wie der Übergang ausgewalzter Faltensättel in Wechsel beweisen, dass es sich in einer grossen Anzahl von Fällen nicht um katastrophenartige Vorgänge, sondern um solche Erscheinungen handelt, welche einer sehr langen Zeitdauer bedurften. Es gibt allerdings Verhältnisse, durch welche ein Hinweis auf katastrophenartige Gebirgsbewegungen geboten scheint. Das sind einmal die den Dislocationslinien folgenden Thalwege und dann die Trockenlegungen grosser Ländergebiete. Letztere sind wahrscheinlich als Folgen grossartiger Schollensenkungen aufzufassen, welche acut eintraten. Ferner muss man bedenken, dass sich das Studium der Dislocationen in der Natur bisher keiner gedeihlichen Pflege erfreut hat, dass man erst jetzt anfängt, den grossen Verwerfungsflächen auch auf dem Wege der Beobachtung nachzuspüren.

Centralmassiv, weiter östlich übernehmen Salzach, Enns und Mürz diese Rolle, mit dem wichtigen Unterschiede aber, dass sich dort, wo diese Flüsse in wirklichen Längsthälern hinfliessen, eine Zwischenzone einschiebt, nämlich eine Zone paläozoischer Ablagerungen, die — wie bekannt — in den ersten Phasen der Entwicklung der Alpengeologie ganz übersehen worden ist.

Ich habe auf alle diese Verhältnisse, mit denen der freundliche Leser auf das eingehendste vertraut sein wird, hinweisen wollen, um darlegen zu können, dass man bei einer Durchquerung des japanischen Bogens von der Aussenseite, also von Süd, Südost oder Ost her, auf ganz analoge Verhältnisse stösst, wie in den Alpen. Diese Analogie geht weit genug, um auf eine Übereinstimmung der gebirgsbildenden Hauptvorgänge schliessen zu lassen. Besteht eine derartige Übereinstimmung zwischen so weit auseinander liegenden Gebirgen der Erde, so sind wir zu der Hoffnung berechtigt, dass das vergleichende Studium in Zukunft einmal allgemeine Gesetze für die Entstehung der Gebirge überhaupt ergeben werde, die sich nicht nur auf Horizontalschub und Faltung beziehen, sondern die eine gewisse Aufeinanderfolge von Spaltenbildungen und Stauungen als nothwendig verlangen. Die nachfolgenden Mittheilungen beziehen sich hauptsächlich auf diejenigen Ablagerungen des japanischen Gebirges, welche dem Alter nach den Sedimenten der mesozoischen Zone der Alpen entsprechen, und die tektonisch ganz dieselbe Stellung einnehmen, wie die nördlichen Kalkalpen. Wir werden vorerst der Insel Shikok einen Besuch abstatten, um die in Japan herrschenden allgemeinen Verhältnisse, mit denen unserer heimischen Gebirge zu vergleichen und es wird sich zu diesem Zwecke empfehlen, der Insel von der Oceanseite nahe zu treten.[1]

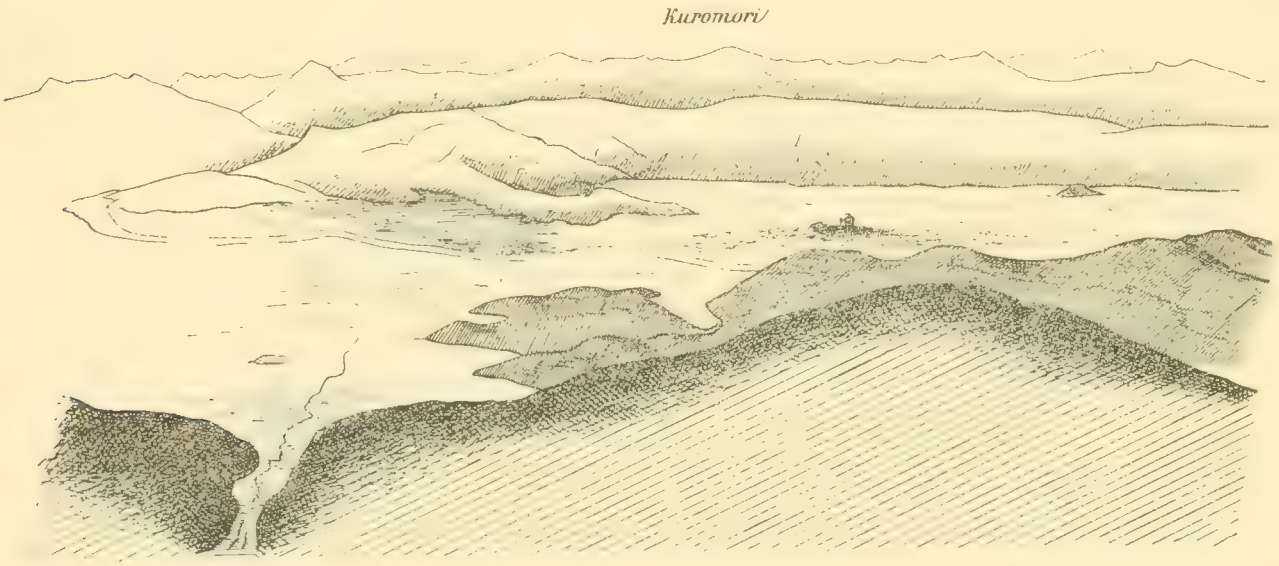
Die Insel Shikok ist von länglicher Form. Ihr grösster Durchmesser fällt mit dem Verlauf des Inselbogens zusammen. Ein Ring bogenförmiger Ausschnitte bildet die äussere Begrenzung. Durch das Aneinandertreten je zweier benachbarter Ausschnitte dieser Art werden spitze Vorgebirge gebildet. So entsteht das Cap Muratozaki, das Vorgebirge von Sadazaki im Süden, die Spitze von Osuminohana, Hakosaki und Kannonmisaki im Norden gegen die Inlandsee. Die kreisförmigen Ausschnitte werden wohl auf Kesselbrüche zurückzuführen sein, und die breite Bucht mit der Felsenküste, die sich zwischen den Vorgebirgen von Muratozaki und Sadazaki ausdehnt, ist nach einer Tradition auf diese Weise entstanden.[2] Doch möchte ich an der Glaubwürdigkeit des Berichtes zweifeln. Es mag sein, dass sich noch in historischer Zeit ein Theil des in dem Bogen liegenden Bodenstückes gesenkt hat, aber wenn die ganze grosse Fläche, wie behauptet wird, in so jugendlicher Zeit unter den Meeresspiegel versenkt worden wäre, dass der Mensch den Augenzeugen eines so grossartigen Schauspieles abgeben konnte, dann müsste uns offenbar Kunde in bestimmterer Form zu Gebote stehen.

[1] Obwohl ich schon verschiedentlich Gelegenheit gefunden habe, darzulegen, was ich unter dem auch im Titel dieser Abhandlung angewandten Ausdruck „Bergland" verstehe, kann ich doch nicht umhin, die Bezeichnung von Neuem zu erklären, und zwar deshalb, weil sie mir von ausserordentlicher Bedeutung zu sein scheint. Es besteht zwischen der ganzen Aussenzone und der Innenzone ein scharfer Gegensatz in der Bodenplastik. Während auf der Aussenseite der grossen Längsspalte, also im Gebiete des Berglandes (vergl meine Abhandlung „Über die Geologie Japans." Comptes rendus de la troisième session du Congrès géologique international. Berlin 1885, S. 43. — Naumann, „Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde." Stuttgart 1887, S. 16 u. 17; ferner: „Die japanische Inselwelt." Mittheil. d. k. k. geogr. Gesellsch. in Wien, 1887, mit geologisch-tektonischer Übersichtskarte) die Bodenerhebungen dicht gedrängt stehen, während sie hier, schmale und tiefe Thäler zwischen sich lassend, durch breite Rücken ausgezeichnet sind, über denen sich nur wenige Gipfel zu grösserer Höhe erheben — haben wir es auf der Innenseite mit aufgelösten Terrainformen zu thun, mit Ketten und Berggruppen. Hier auf der Innenseite erleidet die Terraingestaltung besonders durch das Eingreifen der Eruptivgesteine die mannigfachsten Modificationen. Das Centralmassiv ist nicht so felsig und zackig wie in unseren Alpen und im Himalaya, wahrscheinlich weil die Gletscher fehlen. Die Oberflächenform des Berglandes macht oft den Eindruck einer einfachen flachen Masse mit stark gewundenen, durch die Erosion erzeugten Thaleinschnitten. Ausser den mäandrischen Schluchten der Querthäler kommen aber die schönsten Längsthäler vor. Letztere fehlen — abgesehen von den Längsthälern, welche direct an der Innengrenze des Centralmassivs hinziehen — auf der Innenseite der krystallinischen Schiefer durchaus. Ich glaube, dass sich der Ausdruck Bergland in dem hier angewandten Sinne auch für andere Erdgebiete zur Anwendung empfehlen dürfte.

[2] Die Tradition ist im Nihonki, dem ältesten Geschichtswerke Japans, niedergelegt, und es soll die Submersion im Jahre 684 stattgefunden haben.

Wer sich von der See aus der Küste von Tosa nähert und an Bord eines Dampfers der Landung entgegensieht, wer die dicht geschlossene Kette felsiger Wellenbrecher bewundert, die sich vom Cap Muratozaki nach NW. zieht, um plötzlich einer grünenden Ebene zu weichen, an deren von Wellen bespültem Saume der Monobekawa seine Mündung sucht, der wird gespannt sein, den Platz kennen zu lernen, an dem er das Schiff verlassen darf, um festes Land zu betreten. Der Dampfer hält auf eine Lücke der dicht an der Küste liegenden Hügel und Berge zu, die sich westlich vom Monobekawa erheben. Nach Überwindung einer engen, nicht ungefährlichen Einfahrt führt uns der Dampfer in ein bergumkränztes Wasserschloss hinein. Wunderbar ist dieser Schlupfwinkel des Meeres, ruhig und still wie ein Gebirgssee mit dunkler Fluth und steilen Ufern und mit Wäldern ringsum. Die Bucht schnürt sich zusammen zu einer immer noch breiten Strasse, auf der wir gar bald nach dem Mittelpunkt von Tosa, nach Kochi gelangen; denn dort, wo das Meer an der Spitze der Bucht den Kagamikawa, den Spiegelfluss, aufnimmt, dort dehnt sich das Häusermeer der einst ebenso mächtigen wie prächtigen Hauptstadt. Nordwestlich von der Einfahrt zur Bai von Kochi liegt die höchste Spitze der die Bucht umschliessenden Berge, der Daigamori. Von hier aus geniesst man eine entzückend schöne Aussicht, und ausserordentlich belehrend ist der Rundblick, besonders insofern, als er uns mit dem kettenförmigen Aufbau des Gebirges vertraut macht. Unten schieben sich von dem Bergwalle aus, auf dem wir uns befinden, gegen Norden hin dunkelwaldige Höcker in die Ebene hinein. Mitten in der Ebene liegt die grosse breite Stadt, in ihrer Mitte auf waldigem Hügel das Schloss. Jenseits der Ebene nun, die hier wie ein breiter Streifen von West nach Ost zieht, erheben sich die Bergzüge, einer hinter dem anderen, mit seltener Regelmässigkeit ausgebildet. Das Gebirge scheint nach Norden zu treppenförmig anzusteigen und höchst bemerkenswerth ist das geradlinige Hinziehen der Rücken. Dicht an die Ebene grenzt der Tosayama-Zug, hinter ihm steigt der Kuromori-Zug zu viel grösserer Höhe an, und über die Schultern des „Schwarzwaldes“ schauen einige blaue Gipfel der krystallinischen Schiefer, des Centralmassivs, zu uns herüber.

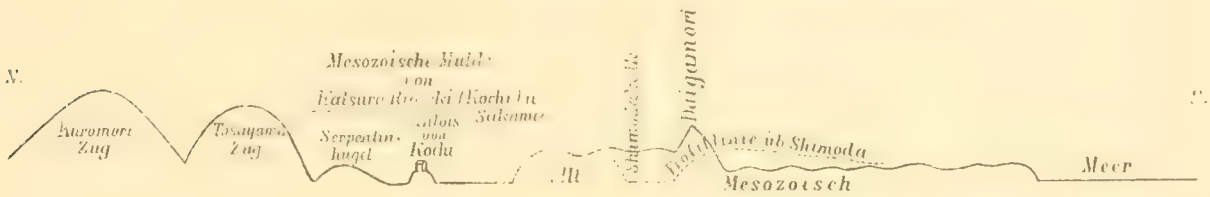
Fig. 2. Blick nach Norden vom Daigamori aus.



Der Übergang von der drüben liegenden Tosayama-Kette zur Ebene wird durch Serpentinhügel vermittelt. Die buckelförmigen Hügel, die sich auf dieser Seite unten in die Ebene hineindrängen und zwischen Kochi und der Zackenkette des Daigamori liegen, gehören der paläozoischen Gruppe zu. Sie ziehen weit nach Ost, nachdem sie die Bucht von Kochi übersprungen haben, bis Shimoda und darüber hinaus. Sie enthalten mächtige Lager von Kalk, zum grossen Theil Bergkalk. Viele Brüche sind in diesem Gesteine angelegt und grosse Kalkbrennereien sind in der Nähe von Kochi entstanden. Hier bei Kochi ist der Damm

paläolithischer Anschwellungen mit dem zackigen Zuge mesozoischer Berge (Daigamori) verwachsen, östlich von der Kochi-Bucht jedoch bis Shimoda ist er von den mesozoischen Hügeln durch einen verhältnissmässig breiten Streifen Ebene, der ziemlich genau von West nach Ost zieht, getrennt. Südlich vom Zackenzug des Daigamori, der nach Süd eben so steil abfällt, wie nach Nord, breitet sich ein niederes Hügelland aus, das bis an die Küste reicht. Dieses Hügelland ist von breiten, nach Süd ziehenden, mit Reisfeldern überkleideten Thalstreifen durchfurcht.

Fig. 3. Schematisches Profil durch die Aussenzone von Shikok.

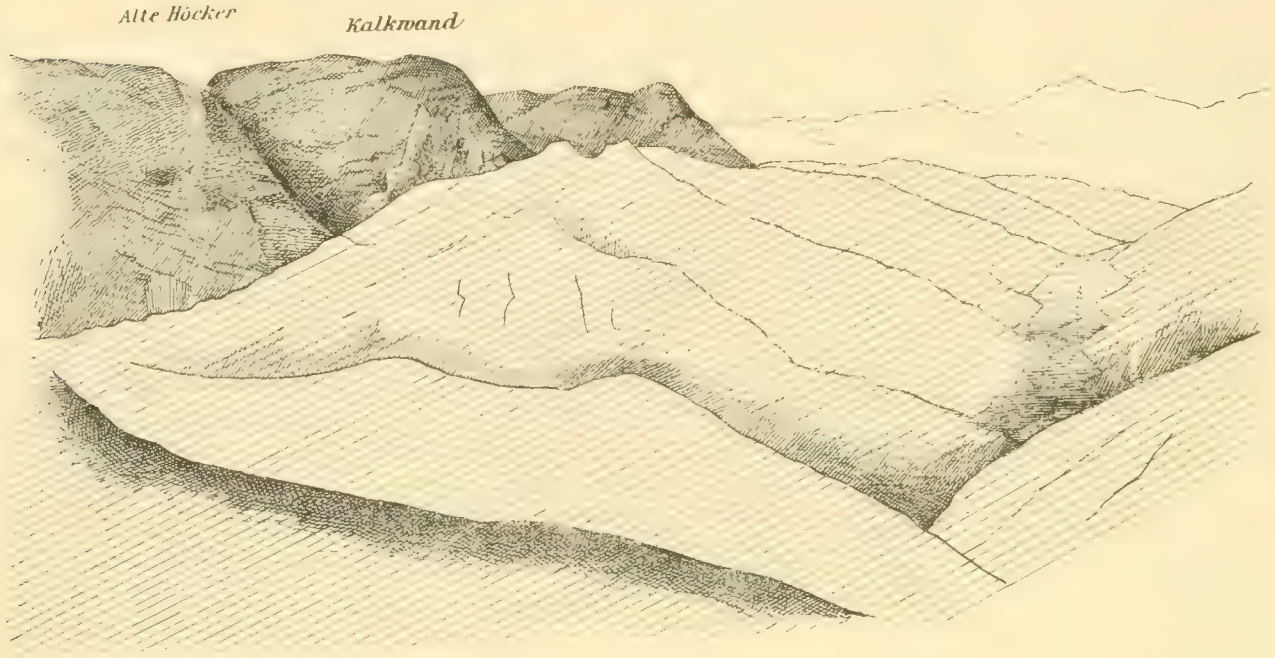


Ich lade nun den freundlichen Leser ein, mir auf einem Kreuzzug durch die Insel von Süden her nach Norden hin zu folgen. Durch das Dioritvorkommen von Muratosaki und den Granit von Sadasaki (Isasaki) wird angedeutet, dass ursprünglich auf der Aussenseite der Insel Shikok, weiter gegen das Meer zu, eine alte Eruptivzone verlief. Dieselbe scheint auf Kiushiu in der That eine Fortsetzung zu finden. Tertiärablagerungen treten längs der Küste südöstlich von Kochi auf. Steigt man westlich von der Einfahrt zur Bucht von Kochi ans Land, so liegt zunächst das schon erwähnte flache, wellige Hügelland mesozoischer Schichten vor. Nicht weit nach Norden, so steigt das Terrain plötzlich und steil zur Zackenkette des Daigamori an. Dieser aus mesozoischen Schieferthonen und Sandsteinen zusammengesetzte Zug stürzt nach Norden zu eben so steil ab und der Weg führt nun über jene dicht zusammengedrängte Schaar plump abgerundeter Höcker, die wir schon vom Daigamori aus gesehen haben. Sie setzen sich aus Kalken, Hornsteinen, derbem Quarz und Schiefer zusammen und gehören dem Übergangsgebirge an. Unten in der Ebene tauchen vielfach niedere Hügel, Wellen oder Plateaus auf. Wir müssen kreuz und quer ziehen, um ein Urtheil über die Gebirgsmassen gewinnen zu können, die unter der Ebene liegen.

An die paläozoischen Höcker, die wir verlassen haben, schliesst sich südwestlich von Kochi nach Norden zu ein kleines Meer 120—150′ hoher Hügelwellen. Sie zeigen sich aus mesozoischen, gelben Schieferthonen zusammengesetzt. Mitten im Terrain der Schieferthone taucht ein niederer Hügel alten Quarzes auf, der sich durch seine Sterilität wie durch seine felsige Oberfläche gegen das grüne, umliegende Land sehr entschieden abhebt. Nach Norden folgen dann, immer noch in der Ebene, Serpentine und Diorite. Jene sind aus diesen hervorgegangen. An die Serpentin- und Dioritplateaus schliessen sich Schieferthone, etwas Conglomerat und Sandsteine von mesozoischem Alter, weiter Quarz, wahrscheinlich paläozoisch, und nach Überschreitung eines Serpentinbandes sind wir am Fusse der vorerwähnten Hochstufe angelangt, die ich als Tosayama-Zug bezeichnete. Hier, wo es steiler ansteigt, machen sich mit dem steileren Anstieg sofort alte (paläozoische) Quarzite geltend. Der Quarz nimmt zum Serpentin übergreifende Lagerung ein. Es hat den Anschein, als wäre der Serpentin durch die Quarzmasse überschoben. An anderen Stellen des Randes der Ebene ist der Serpentin durch mesozoische Schichten überschoben. Dieselben werden aber dann nach Norden zu durch alte Quarze abgelöst, obwohl nur auf kurze Erstreckung hin. Erst in der Nähe von Ganegoye, einem passartigen Übergang westlich von Rioseki, behalten die paläozoischen Ablagerungen die unbedingte Oberhand und machen nur einigemal den mesozoischen Schichten Platz. Vom Ganegoye aus gesehen markirt sich die Grenze der alten Hervorragungen gegen die jüngeren Füllungen auf das deutlichste. (Fig. 3 *b*.)

Räumlich beschränkte Einpressungen mesozoischer Gebilde scheinen in dem Tosayama-Zug sowohl, wie in dem Kuromori-Zug vorhanden zu sein, aber eine irgend bedeutungsvolle Entwicklung gewinnen die jüngeren Sedimentärgebilde in den sich an das Centralmassiv nach aussen direct anschliessenden Gürteln nicht.

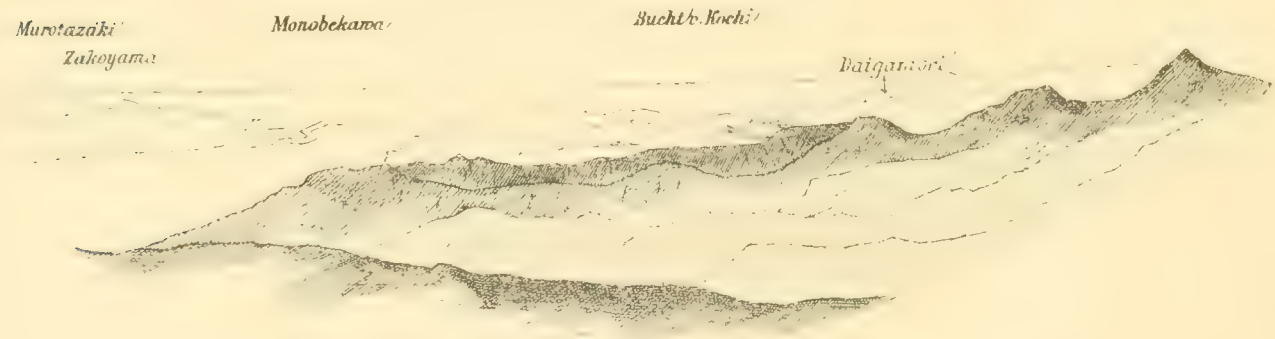
Fig. 3*b*. Blick nach Ost von Ganegoye aus, die Grenze der alten Gesteine gegen die mesozoischen Hügel zeigend.



Eine der gesegnetsten Ortschaften am Rande der blühenden Ebene von Tosa ist Riosekimura. Von hier aus unternahm ich gelegentlich der zwei Reisen, welche mich nach der Insel Shikok führten, zahlreiche Excursionen. Riosekimura möge uns auch jetzt, wo wir das zwischen der soeben beschriebenen grossen Mulde und dem Centralmassiv gelegene Bergland kennen lernen wollen, als Ausgangspunkt für die nach Norden gerichtete Durchquerung dienen.

Etwa 3 Kilometer nördlich von Riosekimura, da wo das Thal plötzlich in rechtem Winkel nach West umbiegt, um einem anderen Pfade als dem unseren folgend, zum vorerwähnten Ganegoye hinaufzuführen, verlässt man das mesozoische Gebiet. Etwas nordwestlich von diesem Punkt steigen paläozoische Massen in Form jäh aufragender Felswände aus dem tiefer gelegenen, stark zersägten Hügellande empor. Bald begegnen wir auch auf unserem Wege einer senkrecht aufragenden Felswand. Sie gehört zu einer dykeartig aus dem Hange aufragenden und bis zum Rücken hinaufziehenden Masse rothen Quarzes. Der Fels hat einen besonderen Namen: Akadake oder „Rothenstein". Die dicken Schichtenplatten fallen steil nach Süd.

Fig. 4. Aussicht nach Süd von Sadenomine aus.



Circa 5 Kilometer nördlich von Rioseki gabelt sich das Thal, dem wir bisher gefolgt sind. Die alte Strasse zieht rechts nach oben. Wir folgen erst dem linken Thalzweige und steigen bald den steilen Hang

hinauf. Vor der Gabelung standen noch einige senkrechte, grosse Quarzfelsen mit senkrechter Schichtenstellung an. Auf dem Anstieg stossen wir am Hange auf Schiefer und gewundene Hornsteinschichten. Quarzgesteine spielen die Hauptrolle. Weiche, thonige Gesteine von gelber Farbe, die an einigen Stellen auftreten, werden als Zersetzungsproducte anzusehen sein, nicht als Glieder der jüngeren Formationen.

Von der Höhe des Sadenomine aus öffnet sich eine prächtige Aussicht nach Süd, auf den Lauf des Monobekawa mit seiner Mündung, auf die Berge und Hügel zwischen Ebene und Meer, die wir vorhin kennen gelernt haben, und die Ausläufer und Joche der Höhen des Sadenomine.

Der Weg zieht weiter nach NW. in das Thal des Ananaigawa hinunter. Auf dem Abstieg finden sich Quarz und etwas Thonschiefer. Diese Lagen von schwarzem Quarz mit viel Manganerz beanspruchen insofern ein hervorragendes Interesse, als sie ebenso wie die rothen Radiolarienschiefer der alten Formationen an die Tiefsee erinnern. Die Radiolarienschiefer scheinen auch mit solchen Manganvorkommnissen auf das Innigste verknüpft zu sein, und ich möchte künftige Beobachter darauf aufmerksam machen, dass dieser Punkt ganz hervorragender Beachtung werth erscheint.

Nahe der Mündung des von Westen herkommenden Kuwanogawa verrathen sich gewundene Hornsteine.

Wir überschreiten nun nach Kreuzung des Kuwanogawa die von der Flussgabel gehaltene Lehne, biegen dann rechts, kreuzen von Neuem ein Flüsschen, lernen einen Wald von Bambus und Cryptomerien kennen und steigen nach Gewinnung einer den Bergen zur Linken entwachsenden Bodenschwelle wieder zum Ananaigawa hinab. Beim Abstieg treten gelbe Schieferthone auf, welche den mesozoischen von Rioseki zum Verwechseln ähnlich sehen. Kaum ist der Ananaigawa erreicht, so folgt auch schon links vom Wege Idzumigatani, ein kleines Seitenthal, das wegen des Vorkommens triadischer Kalke unser Interesse beanspruchen muss. Hoch oben ragen zu Häupten des Thales zahlreiche Felsen (wahrscheinlich Quarz) aus den grünen Hängen auf. Die Gerölle des Flüsschens bestehen aus grünem Quarz, grauem, von Quarzadern durchsetztem Sandstein, blauschwarzem, sehr schön spaltendem Thonschiefer. Alle diese Gesteine dürften mit Ausnahme des Quarzes mesozoisch sein. Die Versteinerungen finden sich in einem Block von Kalk, der von früher her, als man noch im Thale die Kalkbrennerei betrieb, übrig geblieben ist. Sonst sind keine Spuren von Kalk ausfindig zu machen. Das Gestein scheint abgebaut zu sein.

Etwa 400 Meter nach dem vorerwähnten Punkt — wir folgen jetzt dem nach Osten zu fliessenden Ananaigawa — kommt aus Nord ein etwas grösserer Zufluss. Derselbe führt Quarz in grosser Menge, ausserdem Diabasmandelstein und etwas Schalstein. Wir befinden uns hier am Ausgange des Thales von Miyadani zu Kurodakino Haidate und bewundern einen herrlichen Hain von japanischen Cedern, in welchem Bäume von 24 Fuss Umfang vorkommen.

Auf der Wanderung nach Ananaimura treten uns nun eigenthümliche, grüne, durch kleine rothe Knollen ausgezeichnete Schiefer, manganhaltige Kieselschiefer und rothe Kieselthonschiefer entgegen.

Kurz vor Ananai fordert ein glatt polirter, flach gewölbter Felsenbuckel rechts vom Wege, ein „Kagamiiwa“ oder Spiegelstein (Kagami = Spiegel, iwa = Fels) unsere volle Aufmerksamkeit. Die merkwürdige Erscheinung, für die Shikok Beispiele in Fülle bietet, soll weiter unten ausführliche Besprechung finden. Dicht bei Ananai ist eine Kalkbrennerei errichtet. Der Kalk kommt von Tokudani. Er ist licht von Farbe und ganz so beschaffen, wie der von Shimoda. Er enthält Fusulinen und Crinoideen. Das Längsthal des Ananaigawa fliesst mit nur geringem Gefäll nach Ost und trennt eine niedere Stufe im Süden, die Stufe, welche wir im Sadanomine soeben überschritten haben und dem Zuge des Tosayama entspricht, von einer weit höheren und breiteren Zone im Norden, der wir nunmehr entgegentreten.

Nur wenige Hundert Meter nach Ananai führt der Weg in ein von Norden herkommendes Thal ein. Nicht lange haben wir diesen Thalweg betreten, so ändert sich die Richtung von Neuem, in ein aus W. und NW. kommendes Thal einlenkend. Wir gehen über einen hohen, schwankenden Steg und folgen dem linksseitigen Gehänge. Gewaltige Massen von weissem, derben Quarz stehen an mit N 65 . O. SO 50. Dann folgen gewundene Quarze; das Fallen wird steiler, fast senkrecht. Nun erscheint in grossen Massen und mächtige Felsen bildend, weisser Quarzit, fast ganz massig, sehr compact und von nur wenigen grossen Klüften

durchsetzt, so dass bei der langsamen Zertrümmerung des Gebirges kolossale Klötze die Hänge heruntergerollt sind.

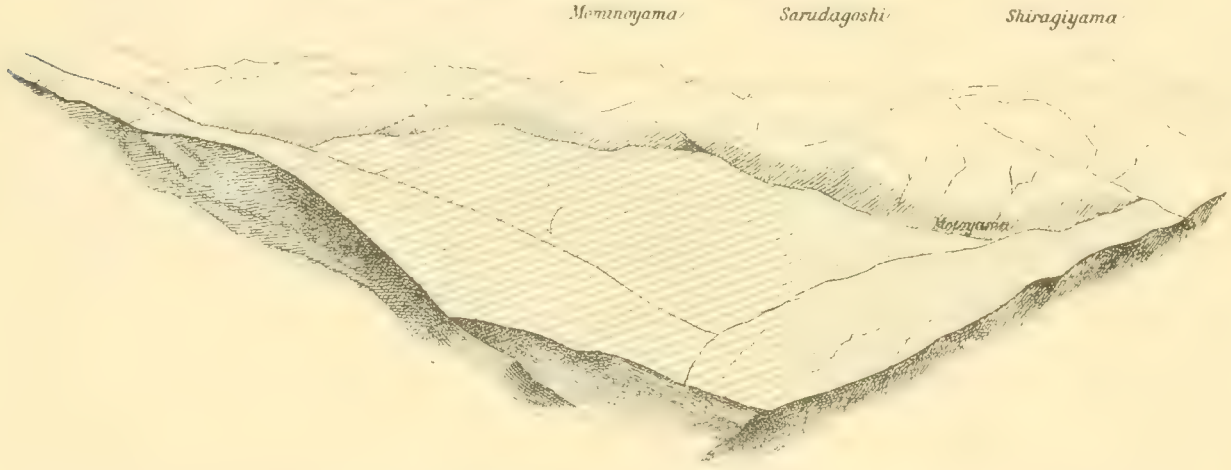
Die Quarzite werden abgelöst durch eine ziemlich mächtige Masse hellvioletter bis kupferrother, schwachglänzender Schiefer. Unten tost ein Wasserfall, daneben steht ein kleiner Tempel im Waldesschatten und in der Grotte zwischen den Felsen sollen, wie uns der Führer erzählt, fabelhafte, schlangenartige Wesen hausen.

Grosse Massen rother und grüner Schiefer schliessen sich an die vorgehenden Gesteine. Dann folgt etwas hellgrauer und schwarzer Schiefer. Das Fallen ist oft senkrecht, meist steil nach Süd; das Streichen sehr regelmässig. Drüben an einer circa 100 Meter hohen Felswand treten sehr schöne regelmässige Schichtenbiegungen auf. Die Schichten stehen ganz oben fast senkrecht, fallen nach unten zu immer deutlicher nach Süden ein, bis sie ganz in der Tiefe ein Fallen von etwa 40° angenommen haben.

Am Wege stehen nun hellgraue, stark quarzige Schiefer an mit N 80 O. S 40. Es folgen hellgraue Schiefer und rothe Schiefer wechsellagernd, etwas Asbestschiefer und schliesslich behalten rothe Thonschiefer unbedingt die Oberhand und wechseln nur stellenweise mit dicken rothen und weissen Quarzlagen. Das Fallen wird steiler, senkrecht und geht noch vor dem Pass in ein nördliches über.

Wir haben die Höhe des Akaaretoge erreicht. Vor uns und nach Norden zu liegt das Centralmassiv mit seinen zahlreichen, hochansteigenden Gipfeln.

Fig. 5. Blick auf das Centralmassiv vom Akaaretoge aus.



Kurz nach dem Pass stehen grüne Schiefer an mit Fallen 60 N. Dann folgen ganz dichte Diabasgesteine in ziemlich grossen Massen. Etwa 250 Meter unterhalb des Passes folgt ein grünes Conglomerat. Die Fragmente sind sämmtlich von flacher Form und liegen sehr regelmässig einander parallel. Die Einschlüsse stimmen mit der Grundsubstanz überein.

In riesiger Mächtigkeit erscheinen nun grüne Schiefer, hie und da von Diabas abgelöst. Die Lagerung wird sehr flach, das Fallen ist aber immer noch nördlich. Einige Kilometer von Motoyama treten hellgraue bis weisse Kalke auf. Versteinerungen vermochte ich hier nicht nachzuweisen. Der Kalk bildet eine sehr dicke Masse. Das Fallen ist bei Motoyama allenthalben Nord.

Wir sind nunmehr in das grosse, breite Längsthal des Yoshinogawa eingetreten. Diese weite Mulde des Gebirges entspricht ganz genau unserem Innthal. Ihre Tiefenlinie bezeichnet ziemlich scharf die Grenze gegen die Zone der krystallinischen Schiefer.

Motoyama ist ein grosser, wenigstens von weitem freundlich aussehender Ort. Früher waren hier eine Anzahl Shizoku's stationirt. Es ist jedenfalls der bedeutendste Ort im oberen Yoshinogawa-Thal. Die Thalebene ist auf das sorgfältigste cultivirt, durchgehends mit Reisfeldern überkleidet.

Wir sind mit der Zeichnung des Profils, so weit uns dasselbe mit Rücksicht auf den Gegenstand dieser Abhandlung interessirt, zu Ende. Es wird jetzt klar sein, welche Rolle die durch Diorite, Serpentine und vor

Allem durch mesozoische Gebilde ausgezeichnete grosse Mulde im ganzen Gebirge spielt. Erinnern wir uns an die in unseren heimischen Alpen herrschenden Verhältnisse, so muss es auffallen, einen wie verschiedenen Antheil die paläozoischen und die mesozoischen Gruppen am Aufbau des japanischen Gebirges nehmen. Hier bei uns bilden die mesozoischen Gebilde — fast durchgängig Kalke und Dolomite — eine grosse breite Zone und ihre Schichten sind zu grossen, mächtige Berge bildenden Falten gestaut, dort liegen die Gebilde der Trias, des Jura und der Kreide in der tiefen Einsenkung des älteren Gebirges und die mehr sandigen oder thonigen Gesteine, zum grossen Theil Seichtwasserbildungen, bilden nur Hügel oder Berge, welche sich keineswegs zu irgend bedeutender Höhe erheben. Hier zwängt sich das paläozoische Gebiet z. B. bei Saalfeld in Form niedrigen, sanft welligen Hügellandes zwischen die breiten Kalkalpen und die krystallinischen Schiefer ein; dort sind es gewaltige Massen des paläozoischen Zeitalters, welche auf der Aussenseite des Centralmassivs ansteigen; dort bilden sie hoch ansteigende Rücken und behaupten die unbedingte Oberherrschaft den mesozoischen Gebilden gegenüber. An die Stelle unserer Kalkalpen tritt also in Japan eine Schieferzone, das eigentliche Äquivalent der Kalkalpen aber beschränkt sich auf die Ausfüllung grosser breiter Mulden oder auf Einquetschungen in die älteren Falten.

Leider zeichnen sich die paläozoischen Ablagerungen durch grosse Armuth an Versteinerungen aus. Als hervorragend wichtig wollen wir hier einige den Schichtenverband betreffende Punkte hervorheben. Zunächst verdienen die Bergkalke, da sie ihrer Versteinerungen wegen treffliche Horizonte abgeben, hervorragende Aufmerksamkeit. Die Einwohner der Provinz Tosa rühmen den Reichthum ihres Landes an Kalk, und man nimmt allgemein drei parallele Züge an, deren nördlichster den Kalkvorkommnissen bei Motoyama entsprechen würde, während die anderen den Kalken des Tosayama und von Shimoda entsprechen. Nächst den Kalken sind es die manganführenden Kiesel und die Radiolarienschiefer, welche unser Interesse in vollem Masse beanspruchen. Sie scheinen im Schichtenverband nicht weit von dem Bergkalke entfernt zu sein und werden wohl noch zum Carbon gehören.

In hohem Grade sind die ganz bedeutenden Quarzmassen, welche im paläozoischen Gebirge Shikoks eine so grosse Rolle spielen, der besonderen Hervorhebung werth. Sie erscheinen gewöhnlich auf dem Rücken der grossen Züge, welche direct ausserhalb des Centralmassivs liegen. In anderen Theilen des Landes habe ich wohl grosse Hornsteinmassen gesehen, aber nicht so mächtige Quarzablagerungen von der Beschaffenheit wie sie Shikok bietet. Da nun auf Shikok die Grauwacken so stark zurücktreten, fast ganz verschwinden, so liegt die Annahme nahe, dass die weissen Quarze und Quarzite von Shikok ein Äquivalent der Grauwacken bilden.

Ferner muss auf die Diabase und Schalsteine mit grünen Schiefern hingewiesen werden, welche gegen das Centralmassiv hin eine so wichtige Rolle spielen. Nicht nur, dass sie in so grosser Mächtigkeit auftreten, sie erscheinen auch mit ganz auffallender Constanz direct an der Aussenseite der Zone krystallinischer Schiefer. Auf Shikok kann man sie jedenfalls bei jeder Durchkreuzung des Gebirges nachweisen. Sie bilden für sich eine Zone. Auch im Norden, im Kitakami-Bergland, habe ich die an ausgedehnte Eruptiverscheinungen erinnernden Gebilde in eben so grosser Mächtigkeit und auch sonst unter ganz analogen Erscheinungsformen, wie auf Shikok nachweisen können. Ich möchte die künftigen Beobachter auf das Profil Miyako-Morioka aufmerksam machen. Der letzte Theil dieser Strecke gegen Morioka zu wird, bis Granite auftreten, von Diabasen, grünen Schiefern und schönen Schalsteinen eingenommen. Übrigens sind es hauptsächlich geschichtete, aus eruptivem Material zusammengesetzte Gesteine, also Tuffe, welche die „grüne Zone", wenn ich mich so ausdrücken darf, bilden. Massige Eruptivgesteine spielen eine untergeordnete Rolle, und wo sie auftreten, erscheinen sie — wenigstens in der Regel — nicht in Form von Gängen, sondern in deckenförmiger Lagerung.[1]

[1] Ich habe schon oben einige sehr auffallende Charakterzüge des japanischen Gebirges angeführt, die eine von den Verhältnissen der Alpen abweichende Entwicklung bekunden. Auch die grüne Zone bietet einen solchen Gegensatz. Alte Tuffbildungen, wie wir sie auf Shikok in streifenförmiger Entwicklung auf der Aussenseite der krystallinischen Schiefer kennen gelernt haben, fehlen in den Alpen

Verfasser hat es sich in dieser Abhandlung zur Hauptaufgabe gemacht, die Verhältnisse der mesozoischen Zone des auf Shikok entfallenden Abschnittes der Aussenzone darzulegen. Es sind drei ziemlich bestimmt abgegrenzte Gebiete, welchen wir, um dieses Ziel erreichen zu können, näher treten müssen: die Mulde des Katsuragawa, das Hügelland von Riosekimura und das Becken von Sakawa.

Die Mulde des Katsuragawa. Tokushima ist die Hauptstadt der östlichen Provinz von Shikok, der „Vierland"-Insel, die Hauptstadt der Provinz Awa. Hinter der Stadt liegen einige Hügel. Sie beweisen, dass der ganze Ort noch in der Zone der krystallinischen Schiefer gelegen ist. Geht man von Tokushima nach Süden, so führt der Weg zuerst über den Katsuragawa, dessen Thal wir später folgen werden und 16 Kilom. südöstlich von der Hauptstadt bringt uns eine Fähre an das rechte Ufer des Nakagawa, eines der Hauptflüsse der ganzen Insel. Unterwegs sind wir einigen, offenbar zum Übergangsgebirge gehörigen Felsen von Quarzschiefer begegnet, auch etwas Serpentin stand an. Wir steigen nun das prächtige Nakagawa-Thal hinauf, wenden uns bald rechts, um den Tsurugoye, einen kleinen Pass von 280 Meter Meereshöhe, zu übersteigen und befinden uns hier an der ungefähren Südgrenze der Mulde des Katsuragawa. Unten strömt der Fluss dieses Namens und nach Westen zu drängt sich Hügelland in schwellenden Massen zwischen die immer enger zusammenrückenden Berge. Das sind die mesozoischen Ausgüsse, welche die schmale Mulde des alten Gebirges füllen.

Auf dem Anstieg zum Pass stiessen wir zuerst auf einen grauwackeartigen Sandstein, dann folgte ein zersetzter, thoniger Schiefer, weiter zerstückelter Hornstein und zuletzt eine grosse Masse groben Conglomerates mit Sandsteinbindemittel und Rollstücken weissen Quarzes. Kurz vor dem Pass machen sich blaugraue, mittelharte, concretionäre, stückelnde Schieferthone geltend. Am Pass finden wir Sandstein, nach dem Pass wieder etwas Conglomerat und dann auf weite Erstreckung hin, bis in das Thal hinab einen orangefarben Schieferthon. Die Farbe ist durch Zersetzung bedingt. In weniger angegriffenem Zustande sieht das Gestein grau aus. Man kann die grosse Ausdehnung des Gesteins auf weithin übersehen; denn ein kleiner Riss in der Oberfläche genügt, die gelbe bis rothe Farbe des Untergrundes zu verrathen. Die Schichten, welche hier Erwähnung fanden, möchte ich von dem Conglomerat an den mesozoischen Ablagerungen zurechnen. Sie fallen sämmtlich steil nach Nord ein. Unten in der Thalebene treten mitten in den Reisfeldern felsige Hervorragungen auf. Sie bestehen aus grobkörnigem Sandstein mit Hornsteinkörnern.

Südlich von Yokose haben die Bauern einen jener unglücklichen Versuchsbaue auf Kohle unternommen, die im ganzen Lande an zahlreichen Punkten unter den hoffnungslosesten Verhältnissen ausgeführt worden sind und noch jetzt ausgeführt werden; bituminöse Schiefer, Sericitschiefer, manganhaltige Schiefer etc. haben den mit vollständiger Blindheit geschlagenen Unternehmungsgeist immer und immer wieder herausgefordert. Der Versuchsstollen liegt auf dem rechten Ufer des Katsuragawa. Wir klettern einen steilen Hang hinauf, constatiren das Vorherrschen eines ziemlich festen, kleinkörnigen, stellenweise zu conglomeratartiger Ausbildung neigenden Sandsteines und begegnen dort, wo das Terrain seine steile untere Stufe beendet, einem Schieferthon. Derselbe ist identisch mit dem direct nördlich von Tsurugoye beobachteten. Hier ist nun der Versuchsbau in südlicher Richtung in den Berg hineingetrieben. Der Stollen folgt einer kaum 3 Zoll mächtigen ganz dünnen Lage schuppiger Kohle. Streichen der kohligen Schicht N 70 W, Fallen sehr flach SW, ca. 10—15°. Die Länge des Baues beträgt nicht weniger als 100 Meter. 14 Meter vom Mundloche schon tritt eine Verwerfung auf, die Kohle verschwindet und es folgt härteres Gestein. Über unserem Standpunkte befindet sich ein zweiter Versuchsstollen.

Wir begeben uns nach Yokose und lenken von hier aus nach West ein, um der Mulde am Katsura-Flusse aufwärts zu folgen. Nach Yokose zeigen sich zunächst Schieferthone; diese werden abgelöst durch Sandsteinschiefer in halbzoll- bis zolldicken Lagen. Später wechsellagert dieser Sandsteinschiefer mit einem festen, in dicken Bänken abgelagerten Sandstein. Das Fallen ist auf eine ziemliche Strecke hin NNW 45, doch wird die Stellung dann steiler. Im Flussbett zur Linken liegen grosse Quarzblöcke, die von den Höhen des Nakatsumine-Zuges zur Rechten herabgekommen sind und verrathen, welche Bestandtheile die höheren Erhebungen

dieses Zuges zusammensetzen. Wir kommen nach Sakomoto, einem ansehnlichen Dörfchen. Die Sandsteinschiefer herrschen vor, das Fallen ist ein sehr steil nordwestliches geworden. Es geht auf eine hügelige Schwelle hinauf, und von der Höhe aus, Ftatsishitoge genannt, geniessen wir einen herrlichen Blick auf die ringsliegenden Berge. Von grossem Interesse erscheinen in dieser Rundsicht die äusseren Verhältnisse des breiten Zuges, der direct im Norden liegt. Eine flache oben scharf horizontal begrenzte Lehne mit Feldern und Häusern, mit geraden Thaleinschnitten, der mesozoischen Füllung entsprechend, führt bis etwa 350 *m* Höhe, darüber steigt es steil, bucklig, felsig an, die Wasser stürzen dort oben schnellen und gewundenen Laufes zur Tiefe, und der Rücken gliedert sich in breite, aber zahlreiche Gipfel.

Nach dem Pass stossen wir auf sehr regelmässig geschichtete, zu Conglomeratbildung neigende, dünnbankige Schieferthone. Das Fallen ist wieder nördl. 45°, bald darauf aber, wo concretionäre, graue Schiefer anstehen, 70° nördlich.

Das Thal wird nun enger und enger, und der Katsuragawa sucht sich in schlangenförmigen Windungen seinen Weg durchs Gebirge. Schieferthon wechselt mit Sandsteinen; ersterer ist das vorherrschende Gestein Auch die Seitenflüsschen sind, besonders wo sie die mesozoische Füllung durchbrechen, scharf und tief eingerissen. Während also die mesozoischen Ablagerungen in dem breiten Thale des Unterlaufes ganz flache Lehnen bildeten, zeichnen sie sich hier durch steil abfallende Wände aus. Auch die Cultur wird eingeengt, und an den steilen Hängen ziehen die Reisfelder in schmalen Terrassen zur Höhe. Selbst unterhalb der höheren Berggipfel sieht man noch Häuser. Auch liegen nun weiter flussaufwärts die meisten Dörfer nicht mehr unten am brausenden Wasser, sondern sie heften sich Vogelnestern gleich an die steilen Thalwände. Einen vortrefflichen Einblick in den Zusammenhang zwischen Tektonik und Oroplastik der Mulde gewährt ein Punkt im Gebiete des Dorfes Menoki, unterhalb des Menokitoge (Fig. 6). Hier sieht man die Ausfüllung oder die Einfaltungen der jungen Schichtenmassen und der älteren in Gestalt gleich hoher Lehnen oder Terrassen zwischen den älteren Ketten und ihren Ausläufern. Vielenorts sind die mesozoischen Hügel durch die Reiscultur eigenthümlich zugestutzt.

Fig. 6.

Die Mulde von Katsura enthält verschiedene Fundorte hochwichtiger mesozoischer Versteinerungen. Im Kashiwaradani tritt uns ein Profil der oberen Kreide entgegen, aufgebaut aus Sandstein, Schiefer und Conglomeraten. Die Mächtigkeit des durch die Erosion gut aufgeschlossenen Schichtencomplexes beträgt über 250 *m*. Kikuchi, der längere Zeit in der Mulde von Katsura verweilte, erwähnt ausser der am meisten verbreiteten mit *aliformis* nahe verwandten *scabra*-Form, drei verschiedene Arten von *Trigonia* aus der Gruppe der *Glabrae*. Ich vermag leider nicht anzugeben, in welcher Schichte des Profils die Trigonien auftreten, da ich sie nur in losen Blöcken fand. Auch bedauere ich, dass meine Beobachtungen nicht ausreichen, um einen Durchschnitt der sehr stark gequetschten mesozoischen Ablagerungen des Katsura geben zu können. Die Verhältnisse sind hier in hohem Masse complicirt. Was das Einfallen der mesozoischen Schichten betrifft, so ist dasselbe mit nur wenigen Ausnahmen ein nördliches, während in der Bodenschwelle des Menokitoge, die im Norden der Mulde aufwächst, die älteren Schichten durchgängig steil nach Süden geneigt sind.

An verschiedenen Punkten sind pflanzenführende Schichten nachgewiesen worden, so zu Midanimura, Hiura an der Ausmündung der Mulde, dann zu Sakamoto, Fujikawa und Kashiwaradani. Mit dem Auftreten von Pflanzenschiefer steht das Vorkommen von Kohle im Zusammenhange. Auch 7 *km* westlich von dem obenerwähnten Kohlenausbisse treten zu Furuki im Dorfbezirke Masaki mehrere Flötze zu Tage. In diese Ablagerungen hat man lange Zeit grosse Hoffnungen gesetzt. Ohne Versuchsbaue ist es auch hier nicht gegangen. J. Ban führte im Jahre 1880 eine Aufnahme des kleinen Kohlenfeldes aus. An eine Bauwürdigkeit ist jetzt nicht mehr zu denken. Ban führt in seinen Profilen nicht weniger als zwölf verschiedene Flötze an, worunter das mächtigste $^1/_2$ *m* dick sein soll. Diese zwölf Flötze würden sich nach der Ban'schen Auffassung auf einen Schichtencomplex von über 800 *m* vertheilen. Doch dürften sich in den Profilen gleichalterige Schichten wiederholen, so dass die angegebene Zahl um Beträchtliches zu reduciren sein würde. Das Vorhandensein einer Dislocation hat um so mehr Wahrscheinlichkeit, als die südwestliche Verlängerung der Sprungkluft von Nue mitten durch das Furuki-Kohlenfeld geht. Nach dem weiter unten anzuführenden Profil von Riosekimura entfallen innerhalb dieses Gebietes Pflanzenschichten in sehr langer Reihe auf eine Gesteinslage von mindestens 200—300 *m* Mächtigkeit. Es folgt also immerhin, dass die Reihe der Pflanzenschiefer, der bituminösen Schiefer und Kohlen ein sehr mächtiges Glied in der mesozoischen Mulde repräsentirt und einem ungeheuer langen Zeitraum entspricht. Dabei müssen wir die Wiederkehr dieser Gebilde in den verschiedenen Systemen der mesozoischen Aera als wahrscheinlich hinstellen. Es sind sogar Thatsachen bekannt, welche dafür sprechen, dass die Pflanzenschiefer von der Trias bis zur Kreide reichen.

Dort, wo dicht am Katsuragawa bei Furuki die Kohlenlager erscheinen, dort finden sich auch Cyrenenschichten. Nach Neumayr's Untersuchungen ist ihr Alter paläontologisch nicht mit vollkommener Sicherheit festzustellen. Unter diesen Umständen möchte ich einem Funde sehr hohe Bedeutung beilegen, der von Kochibe im Berglande von Quanto gemacht worden ist. In der mesozoischen Mulde, die auch diesem Bergland eigen ist und die wie die Mulde von Katsura durch Einquetschung in einen sehr engen Raum ausgezeichnet erscheint, stösst man bei Kagahara auf die Cyrenenschichten. Unter den Versteinerungen aus dieser Lagerstätte fand sich ein Zweischalerrest, der ganz auffallende Übereinstimmung mit den Exemplaren der Pseudomonotis von Isadomaye zeigte (Bau und Entstehung, S. 24). Die Übereinstimmung war, obwohl es sich nur um ein Schalenfragment handelte, so gross, dass ich mich auch heute der Überzeugung einer engen Verknüpfung der Cyrenenschichten mit den triadischen Pseudomonotis-Schiefern nicht entschlagen kann.

Das Hügelland von Riosekimura. (Kartenskizze Taf. I) Am 25. October des Jahres 1883 trugen mich vier Kulis in einer Sänfte von Kawaguchi am Yoshinogawa nach Kochi. Ich war auf der vorstehenden ziemlich anstrengenden Reise invalid geworden und musste nun in Eilmärschen nach Kochi, um mich hier etwas zu restauriren. Nach Durchmessung der paläozoischen Zone — der Weg führt auf dieser Kreuzungslinie über keinen hohen Pass — trifft man bei Tengioshimura auf Kalkstein. Wenige Hundert Meter südlich von diesem Vorkommen liegt die Formationsgrenze. Es folgen Schieferthon und Sandstein und dann gleich eine grosse Conglomeratmasse. Der Weg führt schliesslich hinab ins Thal und dann bei Rioseki vorüber, um gleich darauf zwischen niedern Hügeln durch in die Ebene hineinzuleiten. Als ich das Dorf passirt hatte, bemerkte ich plötzlich, dass zwei Männer hinter meiner Sänfte herliefen und dieselbe einzuholen trachteten. Ich liess halten und erfuhr nun, dass ich zwei Ärzte vor mir hatte, Einwohner von Rioseki, mit Namen Otska und Teshima. Sie wünschten ein Gutachten über die in der Gegend angeblich ziemlich verbreiteten Kohlenvorkommnisse. Ich versprach dasselbe zu liefern, setzte aber an demselben Tage meine Reise fort. Der Zwischenfall wurde für mich zur ersten Veranlassung, der geologisch hochinteressanten Umgegend von Rioseki mein Augenmerk zuzuwenden und ich kam so zur Bekanntschaft mit einer ganzen Reihe hochwichtiger Fundplätze von Versteinerungen.

Von ganz hervorragendem Interesse sind die Pflanzenschichten von Riosekimura, die hier in langer, einen sehr ausgedehnten Zeitraum repräsentirenden Folge von Horizonten auftreten. Eine speciellere Aufnahme dieses Districtes mit gründlicher Ausbeutung der ergiebigen Fundschichten würde der Wissenschaft eine reiche

Ernte sichern. Ich möchte die japanischen Geologen auf die Bedeutung einer solchen Unternehmung noch ganz besonders aufmerksam machen. Auf Shikoku sind die Verhältnisse des geologischen Baues einfachere als in irgend einem anderen Theile des Landes. Erst nach gründlicherer Erfassung der Stratigraphie und Tektonik dieser Insel wird es möglich sein, die Complicationen, welche anderwärts, z. B. im Berglande von Quanto, auftreten, zu durchschauen. Nathorst theilt mir mit, dass nach einer vorläufigen Durchsicht die fossilen Pflanzen von Rioseki bis ins Wealden hinaufreichen. Sie sind jedenfalls jünger, als die von Yokoyama beschriebenen Pflanzen von Kishiu.

In beigegebenem Croquis (Taf. I), habe ich den Versuch gemacht, die Verhältnisse des Hügellandes von Riosekimura zu veranschaulichen. Die Darstellung ist eine directe Wiedergabe einer Originalaufnahme. Für die Durchführung der Arbeit stand mir nicht mehr als die Zeit eines Tages zu Gebote. Vielleicht hat die Skizze auch in methodischer Beziehung einiges Interesse. Sie zeigt wohl recht deutlich, wie unbedingt nothwendig die Verbindung geologischer Beobachtungen mit topographischen Arbeiten ist. Wie unzureichend würde der Begriff gewesen sein, den ich erhalten hätte, wenn ich nicht im Stande gewesen wäre, mich der topographischen Methode zu befleissigen. Wochenlanges Umherschweifen würde — so unvollkommen die Skizze auch sein mag — zum Entwerfen eines auch nur annähernd klaren Bildes ohne diese Methode nicht genügt haben. Die Erscheinungen der Natur erfordern zur Darstellung immer einen gewissen Massstab, und selbst in solchen Erdgegenden, die sich einer gründlichen topographischen Darstellung erfreuen, stehen Karten in dem erforderlichen Massstabe nicht immer zu Gebote. Da ist man dann in die Nothwendigkeit versetzt, das, was fehlt, selbst herzustellen.

Wir begeben uns zuerst nach Nonoue. Hier tritt bei *A* eine 35 *cm* dicke pflanzenführende Schichte auf. Das Nebengestein der dunkeln, ziemlich harten Pflanzenschiefer ist zersetzter gelber Sandstein. Auch zu Takasaki, bei Ishiseki, unten im Flussbett (*B*) sind schwarze Pflanzenschiefer in 67 *cm* Dicke zu sehen. Das Gestein ist verschieden von dem vorigen. Hier liegen die Schichten zwischen dunkel grünlichgrauen, klein bis feinkörnigen Sandsteinbänken von circa 45 *cm* Dicke, die mit diesen Schichten wechseln. Bei *C* folgt Conglomerat, das, nur einmal durch eine scheinbar dicke Masse gelben Schieferthones abgelöst, bis zur Brücke anhält. Das Conglomerat führt ausschliesslich nussgrosse, sehr regelmässig kuglich geformte Quarzgerölle. Bei der Brücke von Torikubi tritt uns nun folgendes Profil entgegen:

Fig. 7.

Die Mächtigkeit der vorgeführten Schichtenfolge beträgt etwa 25 *m*. Über der Brücke am linken Ufer stehen merkwürdigerweise Conglomerate an, in circa 8 *m* Höhe über dem Wasserspiegel. Ihre Schichtung ist schwer zu erkennen. So schnell können die Schichten unten am Fluss, die sehr regelmässig ausgebildet sind, nicht in anderes Gestein übergehen. Es muss demnach entweder eine Transgression oder ein Wechsel vorliegen.

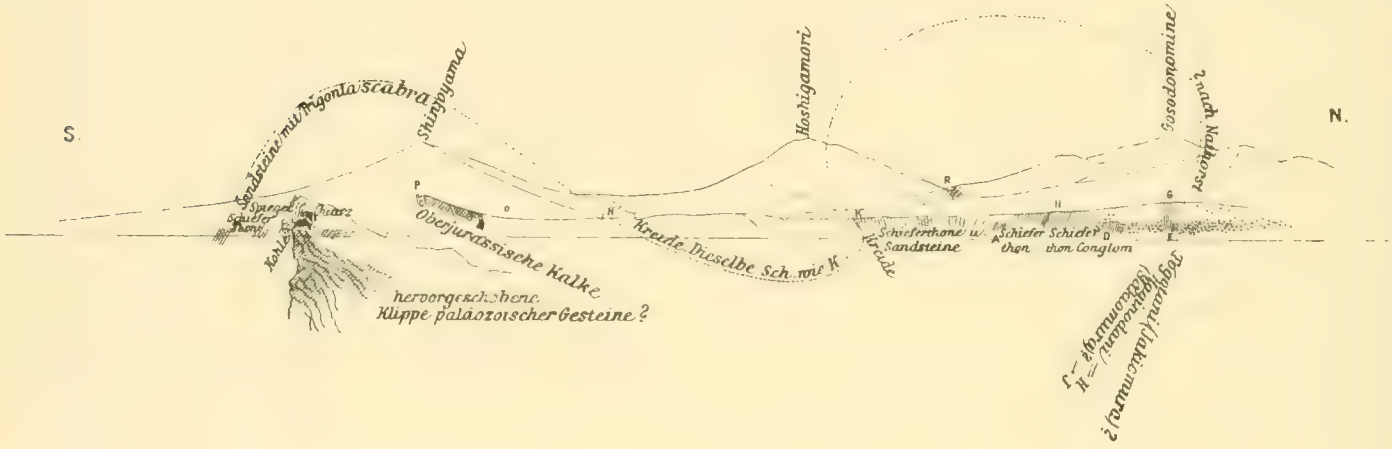
Von *O—E* steht sehr viel Conglomerat an; auch von *E—F* spielt es die Hauptrolle. An einem zwischen *D* und *E* gelegenen Punkte zeigt sich eine im Durchmesser etwa 1 *m* grosse concretionäre Kugel, umschlossen von Schalen kleinstückigen Conglomerates. Bei *E* eine Reihe von Pflanzenschichten, wahrscheinlich dieselben wie bei der Brücke. Die meisten der von mir gesammelten Versteinerungen sind den im Flussbett aufragenden Felsen abgewonnen.

Wir biegen bei *F* links in einen Thalriss ein und steigen zur Höhe des Yasubagamine hinauf. Oben bei *G* sind wieder zahlreiche Pflanzenschichten entwickelt. Das Conglomerat setzt den Hügel zum weitaus grössten Theil zusammen.

Die Verhältnisse von *G — O* sind aus der Skizze zu ersehen. Im Thale von Okumi, NW. von der Spitze des Shinjoyama, beanspruchen Kalkablagerungen ein ganz hervorragendes Interesse. Die Kalklage ist sehr mächtig, circa 90 *m*; sie enthält Einlagerungen eines grauen, feinkörnigen Sandsteines. Die Lagerungsverhältnisse des durch glandifere Cidariten ausgezeichneten oberjurassischen Kalkes sind in Folge der starken Klüftung schwer zu durchschauen. Am oberen Ende der Steinbrüche tritt Conglomerat mit unterlagernden Schieferthonen an den Kalk heran. Der Kalk greift mit unregelmässigen Hervorragungen in das Conglomerat ein, ist stellenweise durchwachsen von grauer, schiefrig thoniger Substanz und zeigt vielfach schwarze Blätter von Kohle.

Das Profil durch die mesozoischen Hügel von Rioseki möge die vorstehenden Angaben ergänzen.

Fig. 8. Profil durch die mesozoischen Hügel von Rioseki. Maassstab 1 : 15000.



Das Becken von Sakawa. (Kartenskizze Taf. II, Profil Taf. III.) Sakawa liegt unter 33° 30′ n. B., 133° 17′ 30″ ö. L. G. Das Becken von Sakawa stellt eine oroplastisch sehr deutlich markirte, mit mesozoischen, stark gefalteten, aber zu den älteren Gebilden eine discordante Stellung einnehmenden Sedimenten gefüllte grosse Senke in der Aussenzone und zwar in dem palaeozoischen Streifen der Aussenzone vor. Ich bin zweimal in Sakawa gewesen. Jedesmal stand mir nur kurze Zeit zu Gebote, was ich umsomehr bedauere, als gerade das Becken von Sakawa geeignet ist, die interessantesten Belehrungen über die mesozoischen Abblagerungen Japans zu liefern. Im Jahre 1884 verweilte Herr T. Honda, damals Student an der Universität Tokio, längere Zeit in der interessanten Gegend und fand Gelegenheit, eine grössere Anzahl von Versteinerungen zu sammeln. Er hat auch ein geologisches Kärtchen der Umgegend von Sakawa entworfen und ist Verfasser eines vor der Universität niedergelegten Berichtes.

Sakawa war früher der Sitz eines Lehnsherrn des Fürsten von Tosa. Sein Schloss stand auf dem Hügel im Rücken der langgedehnten Stadt, die sich am Fusse der Hügel ins Thal hineinzieht. Jetzt sieht man von diesem Schlosse kaum noch die Ruinen. Nördlich vom Schlosshügel liegt die spitzdreieckige Ebene von Sakawa mit der Spitze gegen Norden gerichtet. Aus Süd und Südwest strömt der Yanasegawa in das Becken hinein, um sich 4 *km* nordwärts von der Stadt mit dem grossen Niyodogawa, einem stolzen Bergstrome, der weiter oben durch prachtvollen Felsenschluchten rauscht, zu vereinen; unterwegs nimmt er noch ein kleines Flüsschen auf, das an Sakawa vorüberfliesst und gerade bei der Stadt aus den Hügeln hervortritt. Südlich vom Schlosshügel thut sich das Land wieder auf, hier zu einer noch breiteren Ebene als auf der anderen Seite. Südlich von dieser Ebene steigt bald die Kette palaeozoischer Gesteine ziemlich hoch an, rings um das Flussdreieck aber reihen sich runde Hügel aneinander; sie wachsen gegen Westen zu Bergen an, nach Ost aber verflacht sich das Hügelland und hört bei Ino am Niyodogawa, der nach Aufnahme des Yanasegawa einen grossen Bogen nach Norden zu beschrieben hat um seiner nahen Mündung zuzueilen, auf. Im Nordwesten von

Sakawa erhebt der Yokokura sein felsgekröntes Haupt; er steigt zu einer Höhe von 800 *m* an. Unten an seinem Fusse rauscht der Niyodogawa vorbei.

Wir haben schon früher Gelegenheit gefunden, Hornsteine und Serpentine kennen zu lernen, die in der mesozoischen Mulde von Shikok eine gewisse Rolle spielen. Hornsteine kommen mitten im Becken von Sakawa, inmitten mesozoischer Ablagerungen vielfach vor und bereiten einige Schwierigkeiten. Honda behauptet, dass Hornsteine mit triadischen Pseudomonotisschichten wechsellagernd auftreten. Mir ist etwas Derartiges nie vorgekommen. Von den vielorts auftretenden Quarzeinschaltungen des Terrains machen besonders die sehr festen Gesteine südlich von Sakawa, die den Schlossberg zum grossen Theile zusammensetzen, ganz den Eindruck älterer Gebilde, wie sie in der grossen palaeozoischen Falte, die südlich vom Becken von Sakawa emportaucht vorkommen. An der Westseite des Schlosshügels von Sakawa sind übrigens sehr merkwürdige Spiegelflächen zu sehen, die auf sehr intensive Dislocationsvorgänge zurückgeführt werden müssen. Hornsteine spielen in der palaeozoischen Formation in allen Theilen des Landes eine hervorragende Rolle. In der Nähe von Kochi (vergl. oben 5.) taucht ein Hornsteinbuckel aus den mesozoischen Wellen der Oberfläche hervor, der schon seiner äusseren Erscheinung nach zu dem älteren Complex zu rechnen sein dürfte.

Sehr merkwürdige Erscheinungen treten dem Beobachter zu Kompirayama, Iwasa, Tokanomura entgegen. Hier tauchen grosse Kalkmassen auf, die nach Osten zu ihre Fortsetzung in den gleichfalls an Versteinerungen reichen Kalken von Torinosu finden. Westlich von Kompira liegen die gleichalterigen Kalke von Nishiyama. Der von einem kleinen Tempel gekrönte Hügel von Iwasa ist zum grossen Theil aus dem dichten Geäste eines jurassischen Korallenriffes aufgebaut. Nach Neumayr's Untersuchungen sind diese Kalke sämmtlich oberjurassisch und können dem obersten Oxford, dem typischen Corallien, angehören. Sehr charakteristisch für die Kalke sind als Leitversteinerungen die kugeligen Stacheln glandiferer Cidariten. Gasteropoden kommen massenhaft vor, auch Foraminiferen. Honda hat in den oberjurassischen Kalken des Sakawabeckens folgende Versteinerungen gesammelt.

Meandrina sp., Torinosu; *Astraea* sp. Torinosu; *Pentacrinus* sp., Nishiyama; *Cidaris* sp. α, Torinosu. Iwasa; *Cidaris* sp. β, Torinosu; *Cidaris* sp. γ, Iwasa. Dazu ein bilateral symmetrischer Seeigel von Torinosu und chaetete Korallen.

Terebratula sp. α, Nishiyama, Tokanomura. Diese Species, nahe verwandt mit einer *Terebratula* aus dem californischen Jura (Geol. Surv. of Calif. Pal. 1, 1864 P, 4 Pl. 8, Fig. 2.) *Terebratula* sp. β, Nishiyama. *Terebratula* sp. γ = *T. punctata* Sow. Nishiyama; *T. sp.* δ, Nishiyama, *Rhynchonella* sp., Iwasa; *Avicula* sp., *Nerinea*?, *Actaeonina*, *Belemnites* sp., Nishiyama; Fucoiden im Kalk von Torinosu. Algen zu Nishiyama.

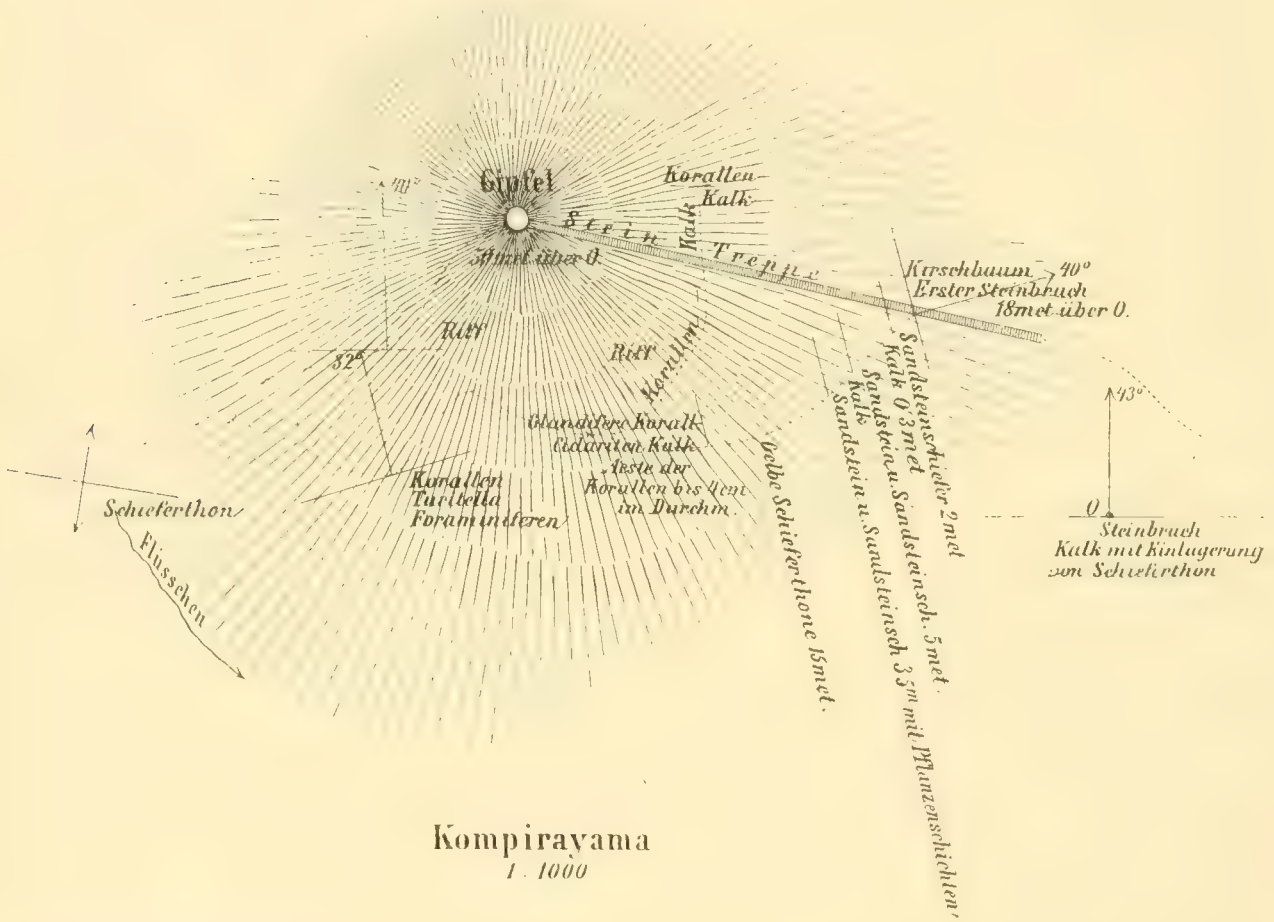
Südost vom Gipfel des Kompirahügels ist durch einen Steinbruch ein prächtiger Aufschluss geschaffen. Hier stehen zunächst Sandsteinschiefer an. Die Schichten streichen und fallen sehr regelmässig N. 15 W. 40 O und man beobachtet das in Fig. 9 zur Darstellung Gebrachte.

Weitere Beobachtungen am Kompirayama ergeben nun ein von dem beim Kirschbaum angebenen durchaus abweichendes Streichen und Fallen. Jedenfalls ist für das in der Skizze enthaltene Profil die angegebene Schichtstellung als abnorm zu bezeichnen, und dürfte dieselbe auf einen Einsturz oder auf eine Abrutschung zurückzuführen sein. In allen übrigen Theilen des Hügels ergeben sich nämlich Streichrichtungen die der Ostwestrichtung sehr nahe kommen bei einem nördlichen Fallen von ungefähr 40°. Von hohem Interesse ist die Verbindung pflanzenführender Schiefer mit den Kalken. Die Schiefer enthalten nämlich vegetabile Reste in grosser Menge. Das vegetabile Material ist angeschwemmt und dementsprechend von sehr schlechter Erhaltung.

Die Pflanzeneinschlüsse erweisen sich mit denen, die zwischen dem Schlosshügel und Nagano auftreten, als identisch. An letztbezeichneter Stelle wurde in den Pflanzenschichten der Steinkern eines Cidaritenstachels aufgefunden, derselben Form angehörig wie das Fossil, das als Leitversteinerung der Korallenkalke gelten darf. Diese Korallenkalke, die an sehr vielen Punkten hervortauchen und die auch am Rande des Berglandes von Quanto vorkommen, sind, wie schon erwähnt wurde, durch die Neumayr'schen Untersuchungen als oberjurassisch bestimmt worden. Es muss an dieser Stelle daran erinnert werden, dass das Zusammenvor-

kommen mariner Versteinerungen mit Pflanzenresten, so interessant es in anderer Beziehung ist, keinen Schluss zulässt auf das Alter der in Japan und in Ostasien überhaupt so weit verbreiteten mesozoischen, pflanzenführenden Ablagerungen, da sich diese Ablagerungen, wie schon oben erwähnt, keineswegs auf einen bestimmten Horizont beschränken, sondern in verschiedenen auf einander folgenden Perioden gebildet sind. Die spärlich entwickelten Pflanzenschichten des Kompira, Tokanomura, sowie die von Naganomura erwiesen sich auf Grund der engen Verbindung mit cidaritenführenden Korallen als oberjurassisch.

Fig. 9.



Kompirayama
1 : 1000

Östlich von dem eben besprochenen Kompira liegen die Steinbrüche von Torinosu. Der Kalk ist hier in sehr dicken Bänken entwickelt, fällt sehr steil (75°) nach Norden ein, ist sehr compact, von grauer bis dunkelgrauer und bräunlicher Farbe. Das Gestein steckt voll von Versteinerungen, Brachiopoden, chaeteten Korallen und glandiferen Cidariten. Die etwa 100 Fuss mächtige Kalklage wird von gelbem, stellenweise sandigem Schieferthon überlagert. Die Lage Schieferthon geht weiter nordwärts in Sandstein über, aber gelbe, weiche Schiefer treten dann in ziemlich mächtigen Massen mit stark gewundenen Schichten von Neuem auf, dann führt der Weg auf den Hügelrücken über graue Kalke weg, deren pyramidenförmige, hellfarbige Felsen wie Grabmonumente aus dem grünen Terrain hervorragen. Auf den Kalk folgt wieder nach Norden Conglomerat und in der Nähe des Conglomerates stehen nicht weit von den jurassischen Pflanzenschichten südöstlich vom Schlosshügel zu Sarumarosaka blau-graue Hornsteine an. Von besonderem Interesse ist das Conglomerat, Dasselbe ist in der mesozoischen Mulde vielverbreitet und spielt, wie wir vorher gesehen haben, besonders in der Mulde von Rioseki eine sehr wichtige Rolle. Die Einschlüsse bestehen in der Regel ausschliesslich aus nussgrossen Hornsteingeröllen, zuweilen jedoch auch aus sehr festem Sandstein. Das Bindemittel ist rein sandig. Man könnte sich zur Annahme verleitet fühlen, dass diese Conglomerate das Abrasionsniveau der

paläozoischen Gebilde direct überlagerten und überall als die ältesten Gebilde der mesozoischen Schichtenreihe zu betrachten seien. Dem ist aber nicht so, weil in Rioseki eine Wechsellagerung mit Pflanzengebilden und sonstigen durch Versteinerungen ausgezeichneten Schichten an einer Reihe von Punkten nachgewiesen wurde. Ausserdem scheint das ganze mesozoische System, wie das vorhin mitgetheilte Profil zeigt, auch nach oben hin mit Conglomeraten abzuschliessen. Was die der Trias zukommenden Ablagerungen betrifft, so sind die von mir gesammelten Versteinerungen daraus vor einiger Zeit von Mojsisovics besprochen worden.[1] Mojsisovics beschrieb:

Daonella Kotoi E. v. M.
Daonella Sakawana E. v. M.
Pseudomonotis Ochotica Teller.
Pecten indet.
und *Arpadites Sakawanus* E. v. M.

Die Daonellenschichten mit der grösseren *Daonella Kotoi* und der kleineren *Sakawana* treten 800 Meter östlich von der Ostgrenze des Städchens Sakawa auf. Der Fundort liegt an der Nordflanke einer sehr flachen Terrainwelle. Die Schichten bestehen aus aschgrauen Sandsteinen und sandigen Schiefern. Die liegenden Schichten sind gelb und weich, eine Folge der Zersetzungsvorgänge. Alles ist stark zerklüftet. Ich kenne nur diesen einen Daonellenfundort. Dagegen tritt die *Pseudomonotis* an sehr vielen Punkten auf. Sie erscheint, wo sie vorkommt, in so grosser Menge, dass man keine Bruchfläche erzeugen kann, ohne auf ihr die dichtgehäuften Schalengehäuse zu finden. Das Gestein der Monotisschichten ist von rauchgrauer Farbe, in der Regel etwas sandig und von schiefriger Structur. Es erinnert an die Ceratitenschiefer von Inai, aus denen die meisten der von Mojsisovics beschriebenen Cephalopoden stammen.

Fig. 9. Das Becken von Sakawa, vom Kaisekiyama aus gesehen.

Wenn man sich von Sakawa aus nordwärts wendet, so kommt man bald nach Überschreitung des Yanasegawa an den Ausgang eines Seitenthales, Kochinotani. An der Mündung eines dem südlichen Gelände dieses

[1] Edmund Mojsisovics v. Mojsvár, Über einige japanische Triastossilien. Beiträge zur Paläontologie Österreich Ungarns und des Orients. Bd. VII. Wien 1888.

Thales entquellenden Baches liegen einige Blöcke von Sandstein, welcher Übergänge in Conglomerat bildet. Die Blöcke sind mit Pseudomonoten gefüllt. Oben auf dem Grat, nahe dem Ursprungsorte des Baches, sind Pseudomonotisschichten anstehend zu finden. Sie bestehen aus dem gelben Zersetzungsproduct sandiger Schiefer. Das Gestein ist ganz dasselbe wie das der Daonellenschichten von Zohoin. Übrigens kommt an letzgenanntem Fundort *Pseudomonotis ochotica* in Gesellschaft der Daonellen vor. Die sonstigen Fundorte der *Pseudomonotis* kenne ich nicht aus eigener Anschauung. Der *Arpadites Sakawanus* stammt von Kaiseki Yama, nahezu 3 *km* nördlich von Sakawa. Der kegelförmige Hügel, der am Ufer des Yanasegawa ziemlich isolirt bis zu einer Höhe von 210 *m* ansteigt, und einen prächtigen Blick auf das ganze Becken von Sakawa bietet, wird auch Kompira Yama genannt nach dem kleinen, auf seiner Höhe befindlichen Tempelchen, ist aber nicht zu verwechseln mit dem Kompira Yama von Iwasa. Die genaue Fundstelle des Ammoniten ist mir leider nicht bekannt. Sandsteine und sandige Schieferthone setzen den Hügel zusammen. Besonders sind es gelbe, erdige Zersetzungsproducte, die sich an der Oberfläche zeigen. Die Schichten sind stellenweise dicht gefüllt mit Gastropodenresten, welche leider bei jedem Versuche der Isolirung schnell zerbröckeln. Am Fusse des Hügels tritt Conglomerat auf und an der Nordseite sollen unten Pflanzenschichten erscheinen. Unter den Gastropodenresten befinden sich *Turitella* sp., *Purpuroidea* sp. und *Rhynchonella Haradai* Neum. Nach diesen letztgenannten spärlichen Resten vermuthet Neumayr, dass wir es mit Schichten der unteren Hälfte des mittleren Jura zu thun haben.

Als ich von Ino aus durch das von Westen her sich öffnende Thal auf Sakawa loszog, begegnete ich wiederholt einem grünlich grauen Sandstein, der auch verschiedenrorts, z. B. in Tatsutamura Verarbeitung fand. Dieser Sandstein erinnerte mich lebhaft an ein in der Gegend von Ozaka für Bauzwecke vielfach verwandtes Material, das auch den Bergrücken, der an der Innenseite des Centralmassivs durch den nordöstlichen Theil von Shikok zieht, zum grossen Theil zusammensetzt. Im östlichen Theile der Inlandsee werden diese Sandsteine nach ihrem Vorkommen in Itsumi Itsumiishi genannt. Die cretaceischen Trigonien liegen immer in diesem Gestein. Auch bei Rioseki ist es dasselbe Material, welches die wichtigsten Leitversteinerungen der südlichen Kreide beherbergt. Ich habe die Fundorte der Kreidefossilien nicht selbst besuchen können; erst Honda war so glücklich, zu Habunokawa und Yamanokami cretaceische Fossilien aufzufinden. An erstgenannter Localität fand er neben einer *Rhynchonella* eine *Trigonia*, identisch mit einer Art der Provinz Awa, ausserdem eine zweite Art der *Trigonia* und einen Scaphiten. An erstgenanntem Orte stiess er auf *Trigonia aliformis* Park.

Etwa 8 *km* nordwestlich von Sakawa erhebt sich der weithin blickende Felsenberg Yokokura. Seine Höhe beträgt circa 800 *m*. Die steilen Wände des imposanten Höckers steigen treppenförmig am rechten Ufer des Niyodogawa auf. Der Berg setzt sich aus alten Gesteinen zusammen, aus Kalken, Sandsteinen, Hornsteinen, Serpentin, Granit, Sericit führenden Quarzschiefern. Der Yokokura ist der höchste Punkt in der Umrandung des Beckens. Südlich von letzterem ragt noch der Bendagamori hervor. Er erreicht 763 *m*. Wenn man von Sakawa aus südwärts zieht, durchschneidet man zunächst, nach Überschreitung der wenigen Hügel im Rücken der Stadt, auf denen sich auch die Schlossruine befindet und nach Passirung der Steinbrüche von Torinosu, die weit ausgedehnte, circa 2 *km* breite mit Reisfeldern bebaute Ebene von Tokanomura. Im Westen ragen mehrere kuppelförmige, von Baumgruppen gekrönte Hügel auf, allen voran der Kompirahügel von Iwasa, das Band jurassischer Kalke bezeichnend, das sich auch nach Osten hin durch die Oberflächenform trefflich markirt. Bald, wo der Anstieg beginnt, stossen wir auf Blöcke plattiger Hornsteine; auch Thonsteine liegen umher. Nicht lange, so ist der verhältnissmässig niedere Pass erreicht und wir treten in ein felsiges Thal ein, dessen rissige Wände die sanft geböschten Gehänge des Sakawabeckens bald vergessen machen. Schwarze Kieselschiefer, Hornsteine, Bergkalke, Grauwacken bauen die Berge auf, die Schichten ziehen in Form breiter Bänder unter Winkeln von 40—50° gleichmässig zur Tiefe und deuten riesige Falten an, die sich entschieden zu viel gewaltigerer Höhe wölben als die Schichtenwellen des Beckens von Sakawa. Hier durchschreiten wir gleichsam einen Streifen des eigentlichen Gebirgsmarkes. Aber es dauert nicht lange, so hüllt sich das alte Felsenland, in dem das Wasser noch harte Arbeit hat, sich seine Wege zu bahnen, wieder in den weiten Mantel mesozoischer Conglomerate, Sandsteine, Kalke und Schieferthone. Die neue Mulde, das Bett jüngerer Gebilde

reicht bis ans Meer heran. Hier an der Küste verrathen die Bergkalke von Susaki das wiederholte Auftauchen der alten Ablagerungen. Noch weiter hinaus ist alles von Meeresfluth begraben.

Einige Skizzen der Küste bei Susaki mögen das Bild vervollständigen, welches ich in Vorstehendem zu entwerfen gesucht habe.

Fig. 11. Aussicht von Kadoyazaka, nach Ost.

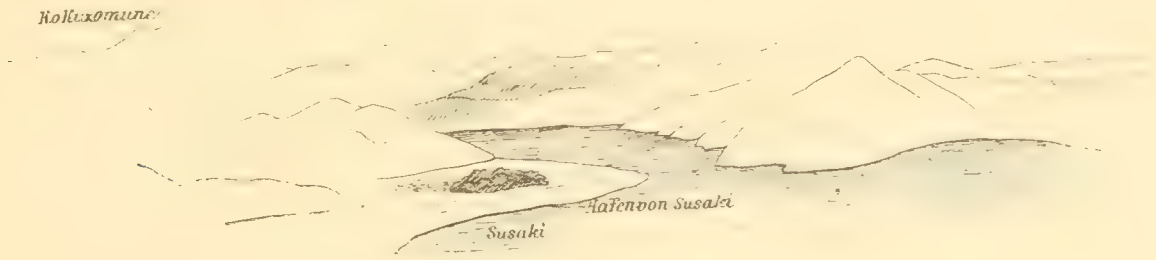


Fig. 12. Aussicht von Kadoyazaka, nach West.

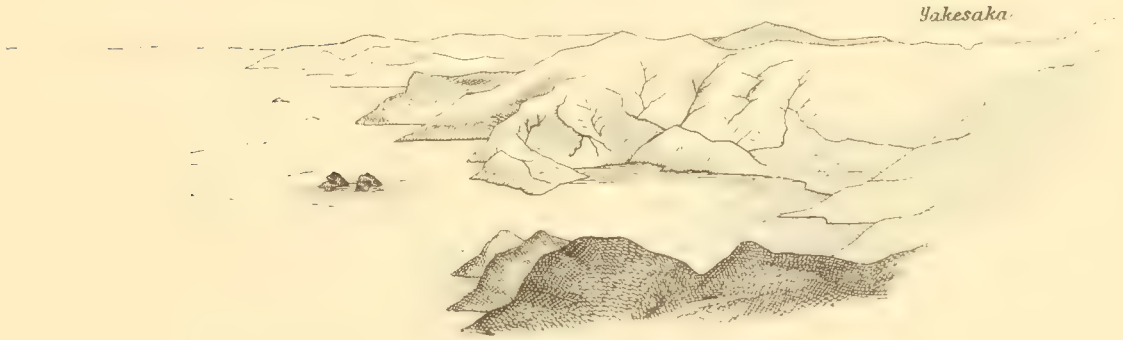


Fig. 13. Aussicht von Yakezaka, nach Ost.

Die Spiegelfelsen.

Schon in meiner Abhandlung über Bau und Entstehung der japanischen Inseln konnte ich auf das weit verbreitete Vorkommen glattpolirter Flächen im japanischen Gebirge hinweisen, auf das Vorkommen sogenannter Spiegelsteine oder Spiegelfelsen (Kagamiischi oder Kagamiiwa, auch Hikariiwa, Glanzfels genannt), welche ihre Entstehung der Verschiebung von Gebirgstheilen gegen einander verdanken. Eine wundervolle

Spiegelfläche ist von Kikuchi nahe dem Ausgang des Katsuragawabeckens bei Nue nachgewiesen worden.[1] Hier ist die Spiegelung mit einer deutlichen Dislocation verbunden. Fragmente und Blöcke alten Gesteins mit einer polirten, ebenen Fläche kommen in der Provinz Awa häufig vor. Sie wurden z. B. an verschiedenen Punkten der Districte Miosaigori und Oyegori gefunden.

Nach einer freundlichen Mittheilung meines verehrten Freundes Dr. Wagner in Tokio soll auf dem Wege von Wakayama nach dem Koyasan, also auf der Halbinsel Kii, eine grosse, glatt polirte Wand zu sehen sein. Bei meiner letzten Reise durch Shikok war ich überzeugt, dass die grossen Rutschflächen ausgedehnten, parallel mit den Zonen verlaufenden Dislocationen angehörten und ich kann mich noch jetzt einer solchen Ansicht, wenn auch mit einer gewissen Beschränkung, nicht verschliessen. Alle Spiepelflächen gehören freilich nicht zu grossen Längsbrüchen oder zu Überschiebungen; das haben die auf der letzten Reise angestellten Beobachtungen klargestellt. Ich hatte mir bei dieser letzteren Gelegenheit vorgenommen, den interessanten Erscheinungen mit unermüdlichem Eifer nachzuspüren und verfehlte nicht, bei den gut orientirten Einwohnern unausgesetzt Nachfrage zu halten. Durch die so angestellten Erkundigungen über die Kagamiishi-Vorkommnisse erhielt ich eine ganze Reihe werthvoller Fingerzeige, die mich in den Stand setzten, eine Serie von Beobachtungen anzustellen, auf welche sich die nun folgenden Mittheilungen beziehen sollen.

Am 1. April musste ich, wie an den vorhergehenden Tagen, weil ich mir bei einer Klettertour in ein sehr felsiges Seitenthal des Yoshino-Gawa den Fuss arg verletzt hatte, meine Beobachtungen von einem Kago, einer jämmerlichen, nicht viel mehr als einen Quadratschuh grossen Tragbühne aus, anstellen. Das Wetter war regnerisch und ich fand es unter solchen Verhältnissen recht schwierig, der Natur ihre Geheimnisse abzulauschen. Ich hatte auch auf der ganzen Reise von Kawaguchi (am Knie der Einmündung des Dozangawa in den Yoshinogawa) kein rechtes Glück mit den Spiegelsteinen. Nur in Matsunomoto erzählten mir die Leute, dass sich 30 Cho (3 *km*) östlich vom Dorfe ein 6 Fuss breiter Kagamiishi befände.

Später traf ich auf dem Wege von Rioseki nach Kochi einen prachtvollen, polirten Block von Quarzgestein, ungefähr 5 Fuss im Durchmesser. Die ganz glattpolirte Rutschfläche war wolkig, grünlich bis grau gefärbt und fast ideal eben. Der Ort wurde mir als Rennyoji, Kohazumura bezeichnet. Weiter oben ist schon eines ausgezeichneten Kagamiiwa-Vorkommens gedacht worden. Zwischen Haidate und Ananaimura zeigt sich nämlich ein sehr schön polirter Felsbuckel dicht am Wege, Die fast ideal glatt gescheuerte Fäche ist 13 Schritte lang und krümmt sich im Streichen aus N 400 zu N. 5. Das Fallen ist unten steiler (45°), oben flacher (30°). Das Gestein, auf dem die Rutschfläche auftritt, ist ein sehr compacter, kluftloser Quarz. Auf der andern Seite des Weges treten im Hangenden der Spiegelfläche dunkelgraue bis weisse, stark gewundene Quarzschiefer auf. Zwischen den gleichmässig ausgebildeten, gewundenen Quarzplatten befindet sich ein stark zersetztes, blätteriges Mineral. Die Spiegelfläche ist nicht überall regelmässig entwickelt, im mittleren Theile tritt die Politur nur stellenweise auf. Man könnte vermuthen, dass hier ein Gletscherschliff vorliege, aber die Verhältnisse der umliegenden Gesteinsmassen, welche so auftreten, als ob die Spiegelfläche selbst künstlich freigelegt sein müsste, was beim Wegbau in der That der Fall gewesen zu sein scheint, lassen an eine solche Entstehung nicht denken.

Wenn man von Rioseki aus durch das gartenartige Land nach Osten wandert, so gelangt man nach etwa einer halben Stunde zu dem alterthümlichen Städtchen Yamata. In einem Thale in der Nähe dieses Städtchens liegen bei Uemura polirte Blöcke in grosser Zahl. Einer dieser Blöcke hat nicht weniger als 14 Fuss im Durchmesser und zeigt sehr eigenthümliche Erscheinungen. Es sind nämlich an seiner unteren Fäche zahlreiche, vollkommen polirte, aber unregelmässig begrenzte Ebenen zu beobachten, die in verschiedenen Niveaux liegen. Sie sind sich ungefähr parallel. Wo sie nahe zusammentreten, sind sie durch den kurzen Absatz eines Querbruches von einander getrennt. Es lassen sich auch gewundene, buckliche Spiegelflächen beobachten. Auch die andern Fragmente, welche umher liegen, zeichnen sich durch die Eigenthümlichkeit aus, dass verschiedene, spiegelnde Flächen durch unregelmässige rauhe Flächen unterbrochen werden, und dass die polirten Flächen,

[1] E. Naumann, Bau und Entstehung, S. 65.

erweitert gedacht, durchaus nicht in dieselbe Ebene fallen, obwohl sie parallel gestellt sind. Merkwürdiger Weise sind die meisten der zahlreich in dem breiten, flachen Thale umherliegenden Blöcke auf einer Seite polirt. Anstehende Spiegelsteine sind jedoch nicht zu finden. Das Material ist überall derselbe derbe, rissige Quarz. An einem riesigen Felstrumm von 15 Fuss Höhe, 20 Fuss Tiefe und 12 Fuss Breite bemerken wir eine senkrechte, polirte und parallel gestreifte Begrenzungsfläche; senkrecht dazu verläuft eine Kluft, welche zwei deutlich geschiedene Theile des Blockes von einander trennt. Auch diese Kluft zeigt Spiegel. Parallele Wellen und Streifen zeichnen die senkrechte Fläche aus. Die quer gestellte Kluft ist gewölbt. Das die Hügel zusammensetzende Gestein ist, wie die hervorragenden Felsen des Thalhanges zeigen, derber Quarz oder Hornstein; in tieferen Niveaux tritt Serpentin auf, dasselbe Gestein, welches an dem Nordrande der Ebene eine so grosse Verbreitung hat.

Mein Freund Teshima, ein hochbetagter Arzt in Riosekimura, theilte mir mit, dass Spiegelfelsen noch vorkommen zu: Ananai, Aza: Kanatokomine zwischen Kurotakino Haitate und Ananai. Der Beschreibung nach muss hier eine polirte Felswand links vom Wege hoch ansteigen, und früh bei Sonnenschein, wenn sie m Morgenlichte glänzt, einen prächtigen Anblick gewähren.[1]

Weiter muss eines Kagamiiwa-Vorkommens gedacht werden, das in grosser Nähe von Rioseki gelegen ist, nicht mehr als 3 *km* südwestlich vom Dorfe im Rücken der mesozoischen Hügel. Hier verengt sich an einer Stelle, die Takido genannt wird, die Schlucht. Felsen ziehen an beiden Seiten den Hang hinauf; sie bestehen aus hellgrauen bis weissen oder auch bunten, sehr festen, derben Quarzen. Wenn man von Süden her in die Schlucht eintritt, so zeigt sich rechts vom Wege eine N 50 W streichende, 57 SW fallende Spiegel fläche. Auch in diesem Falle sind ganz so, wie es für andere Vorkommnisse beschrieben wurde, Theilflächen vorhanden, welche eine parallele Stellung einhalten, sonst aber ohne allen Zusammenhang sind, verschieden tief im Felsen liegen und durch unregelmässige Brüche von einander getrennt erscheinen. Die Spiegel setzen sich von der Oberfläche aus in das Innere des Gebirges fort und werden durch Conglomerate verhüllt. Links vom Wege steht Conglomerat in ziemlich grosser Masse an. Dicht bei einander liegen darin zwei sich kreuzende Spiegel, der eine mit Streichen N 80 N, Fallen steil N und Streifen 530, der andere: Streichen N 30 W, Fallen 50 SW. Das Conglomerat wird am Ausgang der Schlucht von Sandstein in ziemlicher Mächtigkeit überlagert. Die hier auftretenden derben Quarze halte ich für paläozoisches Gestein. Die Beschreibung der Spiegelerscheinungen von Takido dürfte zeigen, dass die ihnen zu Grunde liegenden Bewegungen sehr verwickelter Natur gewesen sein müssen.

Wenn man sich weiter nach Westen begibt, so trifft man eine ganze Reihe höchst merkwürdiger Fälle von Felspolitur und Felsschliff. Zunächst liegen bei Kohazumura (früher Renniyoji) mächtige Blöcke von Quarz umher, etwa 15 Fuss hoch. Darunter ist einer, der circa 7 Fuss im Durchmesser misst, mit einer eigenthümlichen, glatten, nur stellenweise polirten, mit flachen Wellen versehenen Fläche versehen. Es liegen übrigens verschiedene Schliffe auf demselben Block unter einander, so dass es aussieht, als hätte der Block verschiedene sich verhüllende Krusten von 3—4 *mm* Dicke. Mitten durch den Block ziehen noch andere parallel gestreifte glatte Flächen. Der Block bei Renniyoji, welcher schon früher erwähnt wurde, ist nördlich von den Häusern des Dorfes unter einem Hinokibaume zu finden, und durch eine bemerkenswerth schöne Politur ausgezeichnet. Die Politur ist hier vollkommener als in irgend einem der vorhergehenden Fälle; auch ist die Fläche verhältnissmässig eben. Ich bemühte mich, an den aus den benachbarten Hügeln vielfach hervorragenden Felsköpfen Hornsteinquarz-Spiegelflächen zu entdecken, vermochte aber durchaus nichts Derartiges nachzuweisen.

Noch weiter nach Westen, aber in enger Nachbarschaft der vorgenannten Localität, stossen wir zu Okudani mitten im Walde auf eine prachtvolle Felswand, die, 30 Fuss hoch, mit welligen, parallelen Streifen versehen ist. Polirte Flächen liegen in verschiedenen Tiefen, die Wellen sind 30° SW gerichtet. Die beinahe

[1] Den mir gemachten Mittheilungen zufolge ist dieses Vorkommen ein anderes, als das oben erwähnte von Ananai. Es wäre aber doch möglich, dass es sich um dieselbe Erscheinung handelt.

senkrechte Hauptverschiebungskluft wird von einer anderen, schief dazugestellten geschnitten und das Gestein zu beiden Seiten der Dislocation ist genau dasselbe. Das Streichen der Dislocationsfläche ist N 20 W, Fallen W 72—80. Auf der Westseite erscheinen plattige Hornsteinschichten mit Streichen OW, Fallen 45—50 N, rechts, im Osten, ist die Stellung N 20 O, 30 NW. Etwas südlich hievon ist eine andere geschliffene Dislocationskluft zu sehen, die mit einander kreuzenden Systemen von Wellen versehen ist. Durch Kreuzung der beiden Schliffe und in Folge deutlicherer Ausprägung des einen Systemes entstehen dicke, knotige Rippen auf der Felsfläche. Die Streifungen sind 18° S und 10° N gerichtet. 30—40 *mm* beträgt die Breite einer Rippe. Und weiterhin tritt im Rücken der soeben erwähnten eine prachtvolle, glatt gescheuerte Fläche auf, mit Politur an einigen eng begrenzten Stellen. Sie streicht N 10 W, fällt W 40 und dürfte die Fortsetzung der vorhergehenden, weiter nach Norden gelegenen bilden. Sie zeigt ganz dieselbe wellenförmige Streifung mit 35° S gerichteten Parallelen. In der Nähe von Okudani sollen ähnliche Dislocationsklüfte wie die vorbeschriebenen nach Aussage der Dorfbewohner noch in grosser Zahl vorhanden sein.

Auf dem Wege von Kochi nach Ino machte ich, als ich an der Brücke des Kagamigawa angelangt war, einen Abstecher in südwestlicher Richtung bis zum Fusse der Hügel. Quarzfelsen schauten hervor. Das Gestein war genau dasselbe wie jenseits im Norden der Ebene. Bei Ebigahashi liegt eine grosse Kalkbrennerei. Ich befand mich schliesslich an einer Stelle, Asakura genannt, und sah die Stadt Kochi in der Richtung N 70 O liegen. Von der Brücke bis hieher waren es kaum 2 *km*. An einem grossen Block bemerkte ich kleine spiegelnde Flächen, die zusammen flache, unregelmässige Wellen bildeten. Die polirten Flächen zeigten graue bis bräunlichgraue Färbung. Die Politur war sehr vollkommen; der Block in der ganzen Umgegend wohl bekannt. Über sonstige Vorkommnisse spiegelnder Felsen am Südrande der Ebene konnte ich Nichts in Erfahrung bringen. Das Gestein des Blockes erwies sich als Quarz und genau identisch mit dem von Uemura, Reniyoji u. s. w. Es ist gewiss auffallend, dass das Material der durch Dislocation erzeugten Schliffe überall dasselbe ist. Ich begab mich nun zurück nach der Strasse, einen Feldweg verfolgend. Erst standen auf kurze Strecke hin noch Quarze an, dann zeigten sich die runden, welligen, 120—150 Fuss hohen Hügeln aus mesozoischen, gelben Schieferthonen und Sandsteinen zusammengesetzt, aus genau denselben Gesteinen wie bei Rioseki. Mitten im Terrain der Schieferthone tauchte ein schon früher erwähnter niederer Hügel alten Quarzes auf, der sich durch seine Sterilität, wie durch die felsige Oberfläche gegen das grüne umliegende Land sehr entschieden abhob. Als sich mein Pfad einem kleinen, durch die Felder ziehenden Graben anschloss, plumpsten Hunderte von Schildkröten in das Wasser, und ich erstaunte, einen neuen Beleg für die üppige Entfaltung des Thierlebens in der bergumkränzten Provinz Tosa zu finden. Das Klima ist hier den Organismen eben so günstig, wie die sonstigen Lebensbedingungen.

Wieder bei der Brücke angekommen, führte mich die Reise weiter nach Westen. Ich war nicht weit gekommen, kaum eine halbe Stunde weit, als ich von Neuem Veranlassung fand, einer Mittheilung der immer freundlichen, entgegenkommenden Bauern folgend, zu Azakuramura, Aza Miyanooku, die Strasse zu verlassen, und eine Merkwürdigkeit ins Auge zu fassen. In der ganzen Provinz Tosa sind Hügelgräber von zuweilen recht ansehnlichen Dimensionen, mit grossen Steinkammern im Innern, sehr weit verbreitet, und ich kann mit Bestimmtheit behaupten, dass sie sich zu Hunderten finden. Das Alter dieser Grabstätten ist, wenn sich auch Bestimmteres darüber nicht feststellen lässt, kein besonders hohes. Sie reichen sicher noch ein gutes Stück in die historische Zeit hinein, über welche wir schriftliche Überlieferungen besitzen, vielleicht sogar noch bis in das zehnte, eilfte Jahrhundert. Meinem freundlichen Führer durch das Häusergewirr folgend, gelangte ich bald an eine erhöhte Stelle, wo sich im Rücken eines Bauernhauses auf den ersten Blick zeigte, dass die Ortschaft auf ihre Sehenswürdigkeit stolz sein konnte. Ich befand mich einer grossentheils freigelegten, aus lose aneinander gefügten Steinblöcken bestehenden Grabkammer gegenüber. Den Eingang zur Kammer bildeten zwei parallele Mauern, dann trat man durch eine Öffnung in das geräumige Innere; die Öffnung war 1·3 *m* breit, 1·10 *m* hoch; vom Innern der Öffnung bis zum letzten Deckstein betrug die Entfernung 2·5 *m*, vom Innern der Öffnung bis zum Anfang des Eingangs 4·5 *m*, Breite des Eingangs 1·9 *m*, Länge der Kammer 5·25 *m*. Die Grabstätte hat insoferne ein für uns gewichtiges Interesse, als die meisten der grösseren Blöcke,

aus denen sie erbaut ist, natürliche Spiegelflächen aufweisen und diese Blöcke sind von gewaltiger Grösse. Einer der rechteckig zugehauenen Klötze, und zwar der, welcher die Kammer hinten abschliesst, ist nicht weniger als 2·35 *m* hoch und 2·5 *m* breit. Es scheint, dass man seinerzeit mit grosser Sorgfalt nach den Steinen suchte, und es dürfte kein Geringer hier begraben worden sein. Dem Spiegel kommt noch jetzt ebenso wie in allerältester Zeit im Shintoismus, der angestammten Religion der Japaner, eine sehr wichtige Rolle zu. An die spiegelnden Felsen mögen besonders in alter Zeit religiöse und abergläubische Vorstellungen geknüpft worden sein und möglicherweise ist dies noch heutigen Tages der Fall.

Zum Schlusse ist noch ein Spiegelfels zu erwähnen, der sich mitten im Becken von Sakawa befindet, und zwar zu Murowara Ige am Westrande des Schlosshügels. Hier ragt ein hoher Fels aus Quarzgestein auf, mit plattigen, starkgewundenen Schichten. Der Fels zeigt drei Spiegelflächen mit folgenden Stellungen: NS circa 50 O; N 55 W, senkrecht und NS, senkrecht. Die Spiegelflächen zeigen starke Windungen, aber keine Streifung. An einer Stelle ist allerdings eine knotige Kluftfläche zu constatiren. Dieselbe ist indessen von sehr beschränkter Ausdehnung. Sie errinnert sehr an die oben eingehend beschriebene Erscheinung von Okudani.

Wie aus dem vorstehenden Capitel über die Spiegelfelsen hervorgehen dürfte, sind meine mit der letzten Reise nach Shikok verbundenen Bemühungen nicht ganz ohne Erfolg geblieben. Allerdings bin ich mit diesem Erfolge nicht so weit gekommen, wie ich gewünscht hätte. Es ist mir nicht gelungen, grosse zusammenhängende, weit durch das Gebirge ziehende, durch Schliffe, Streifungen, und Politur gekennzeichnete Dislocationsflächen nachzuweisen. Aus der Gesammtsumme der Beobachtungen muss man wohl den Schluss ziehen, dass die Bewegungen, über welche das Studium der Dislocationen aufklären möchte, besonders in der Nähe der Oberfläche ausserordentlich complicirt gewesen sein müssen, da sie nicht stetig, regelmässig vor sich gingen, sondern vielmehr ruckweise, manchmal schnell, manchmal langsam und die vorhergehenden Wirkungen wieder verwischend, statthatten. Merkwürdig bleibt immerhin die lange Reihe der die Bewegung der Gebirgstheile gegeneinander verrathenden Klüfte, welche sich von den schönen Spiegelfelsen von Nue im Katsuragawa-Becken her weit nach Westen hin den Nordrand der Ebene von Kochi entlang bis in das Sakawa-Becken hinein verfolgen lässt. Allerdings müssen wir, was den Antheil der Ebene von Kochi betrifft, mehrere der besonders schön entwickelten Verschiebungsklüfte ausscheiden, nämlich diejenigen, welche nicht als Überschiebungsflächen, sondern als Blätter oder Verschiebungsflächen aufgefasst werden müssen (Okudani). Ich möchte noch darauf hinweisen, dass sich das Material der geschliffenen Blöcke und Felsen auch für petrographische und mikroskopische Untersuchungen empfehlen dürfte. Vielleicht führt die Anwendung dieser Methoden zu Schlüssen, welche geeignet sind, einigen Aufschluss über die sehr verwickelten Vorgänge zu liefern. Es ist nicht unmöglich, dass die Übereinanderlagerung von Rutschflächen ihren Grund hat in einer Wiederverkittung der Theilchen nach vorgehender Zertrümmerung durch Druck. Hoffentlich werden meine Beobachtungen von den japanischen Geologen in Bälde ergänzt, hoffentlich werden sich auch in unserem heimischen Gebirge die Dislocationen einer eingehenderen Aufmerksamkeit zu erfreuen haben. Bisher sind diese in hohem Grade beachtenswerthen Phänomene leider nur zu sehr, fast gänzlich muss man sagen, vernachlässigt worden. Stratigraphische Untersuchungen haben allgemein die Verfolgung tektonischer Fragen, wie auch solche aus dem Gebiet der physikalischen Geologie überwuchert und unterdrückt. Ich bin überzeugt, dass sich auch in unseren Alpen die Spuren der Dislocationen in grösserer Zahl finden werden, als sie bisher bekannt geworden sind, wenn man ihnen nur richtig nachspürt. Am Hochfellen konnte ich eine grosse Dislocationskluft mit wellenförmigen Streifen nachweisen. Die Leutatschklamm zeigt Spuren der Gebirgsbewegung auf das deutlichste und auch am Risserkoglstock sind solche Erscheinungen, obschon in kleinerem Masstabe, zu finden.

Es erübrigt, die geologischen Verhältnisse derjenigen Theile Shikoks, mit denen wir uns im Vorstehenden beschäftigt haben, noch von einem anderen Gesichtspunkt, nämlich von dem generellen aus, zu beleuchten.

Wir wollen es versuchen, die Verbindung mit den übrigen Gebieten des Archipels herzustellen. Die mesozoische Mulde, der wir unser Augenmerk in erster Linie zugewandt haben, gehört zu der Aussenzone. Nach den Darlegungen dieser Abhandlung lässt sich die Gliederung der Aussenzone in streifenförmige Bestandtheile schon jetzt durchführen. An den Streifen der krystallinischen Schiefer und das Centralmassiv schliesst sich nach aussen hin der Zug grüner Schiefer, dann folgt das Band der Quarzite, dann die mesozoische Mulde, der Sakawa-Rioseki und Katsuragawa angehören, dann ein Sattel paläozoischen Alters mit Bergkalken, eine neue Mulde, der mesozoischen Zeit angehörig und dann wieder ein paläozoischer Sattel, auf den dann nach aussen hin ein schneller Wechsel zwischen älteren und jüngeren Gebilden folgen dürfte, so dass wir also ein allmähliges Ausklingen der faltenbildenden Kräfte in der Richtung in der sie wirksam waren zu constatiren hätten. Auf der Insel Shikok sind die Verhältnisse des Baues ungestörte, viel einfacher und klarer als in irgend einem andern Theile des ganzen Archipels. Deshalb wird gerade die genannte Insel weiteren Studien, besonders Aufnahmsarbeiten zu unterwerfen sein, ehe über so verworren gestaltete Gebirgstheile, wie es die in der Nachbarschaft der Fossa magna gelegenen sind, stichhaltige Urtheile gefällt werden können.

Sind die Geheimnisse der Structur, welche auf Shikok herrschen, noch keineswegs endgiltig aufgeklärt, so sind wir doch in der Lage, zwischen diesem Gebirgsstück und dem Berglande von Quanto eine Parallele ziehen zu können, an der sich nichts ändern lässt. Die Mulde von Sakawa, Kochi und Katsura ist derjenigen direct zu vergleichen, welche aus der Nachbarschaft des Yojitoge nach dem Becken von Chichibu zieht. Letztere hat neuerdings in den Publicationen der geologischen Aufnahme von Japan (vergl. besonders das zweite Blatt der Übersichtskarte im Massstab 1 : 400.000) Darstellung gefunden. Mit einer eingehenden Bearbeitung einer Geologie des Quanto und der angrenzenden Gebiete ist, einer Veröffentlichung vom vorigen Jahre zufolge, Harada zur Zeit beschäftigt. Der zu erwartenden ausführlichen Schrift über die Geologie des Quanto hat der Verfasser einen Versuch vorausgehen lassen, nämlich den „Versuch einer geotektonischen Gliederung der japanischen Inseln“. Dieser Versuch strebt dahin gewissen Erscheinungen eine durchaus andere Deutung zu geben, als ich sie früher aufgestellt habe und noch jetzt mit voller Entschiedenheit festzuhalten mich gezwungen sehe. Ich möchte noch einmal auf die Parallele zwischen dem Aufbau Quanto's und Shikok's hinweisen. Ich möchte auch darauf aufmerksam machen, dass, wie ich schon früher hervorgehoben habe, das Akaishigebiet ganz dieselbe Rolle spielt wie das Bergland von Quanto, von Kii, von Shikok, Kiushiu und der nördlich gelegene Abschnitt der Aussenzone des ganzen Gebirges. Das japanische Gebirge lässt sich nicht zerreissen. Es ist von einheitlichem Bau.

In der Nähe von Tokio, dort wo der grosse Fuji, der höchste Berg des Landes, emporsteigt, werden die Faltenzüge stark nach dem japanischen Meere abgelenkt. Eine nähere Prüfung der Region, in welcher die Ablenkung erfolgt, der „Bruchregion“, ergibt das Vorhandensein einer grossen, von einer Küste zur andern ziehenden, auch äusserlich deutlich ausgeprägten Unterbrechung des normalen Baues. Hier liegt eine Lücke vor. Grosse Vulkane steigen daraus hervor und bekunden nach ihre reihenförmigen Anordnung das Bestehen einer gewaltigen Spalte, welche quer zu dem ganzen Gebirgsbogen verläuft. Wenn man sich die Vulkane wegdenkt, so resultirt eine grabenförmige Depression mit hohen Gebirgsrändern. Diese Depression habe ich zuerst „Grosser Graben“ später „Fossa magna“ genannt. Für die Bezeichnung Graben entschied ich mich damals, um vor Allem auf eine merkwürdige Formerscheinung hinzuweisen, um mit dem gewählten Ausdruck an die hochwichtige Thatsache zu erinnern, dass die Rückbiegung der Falten durch eine quer über die Insel ziehende, grabenförmige Vertiefung angezeigt werde. Der einmal gewählte Name sollte eine an die Formenerscheinungen sich anlehnende Localbezeichnung sein, und die Absicht, durch die Bezeichnung eine bestimmte Deutung der Erscheinung auszudrücken, bestand keineswegs. Ich habe mich auch bei verschiedenen Gelegen-

[1] Tokio 1888. Siehe auch eine briefliche Mittheilung Harada's an Suess, Akademischer Anzeiger Nr. XVII. Wien 1887; dann: Naumann, Fujisan, Jahresbericht der geogr. Gesellschaft in München für 1887. München 1888, S. 9.

heiten dahin ausgesprochen, dass es sich nicht um einen Graben oder eine Grabenversenkung im geologischen Sinne handle. Um Missverständnissen vorzubeugen, zog ich dann später die lateinische Bezeichnung vor, auch desshalb, weil sie eher einer internationalen Anwendung fähig sein dürfte.

Das Recht, die Glieder eines Gebirges zu benennen, sobald die Nothwendigkeit vorliegt, steht wohl vor Allen demjenigen zu, der die Gliederung des Gebirges zuerst entschleiert. Harada spricht von einer „wichtigen, tektonischen Störungszone, die als die geologische Scheidelinie zwischen Nord- und Südjapan anzusehen ist". Dann nennt er diese Zone — unsere Fossa magna zum Theil — „nach dem geheiligten und höchsten Gipfel des Landes, in welchem sie culminirt, die Fujizone." Darüber, dass etwas vorliegt, was benannt werden muss, stimmen wir also vollständig überein, nur in der Benennung nicht. Da nun auf Namen nicht viel ankommt, so wäre die Sache eigentlich nicht der Rede werth und man könnte die einmal vorgeschlagenen Bezeichnungen ihrem Schicksale überlassen, wenn man nicht unter Zone etwas ganz Anderes verstünde, als was Harada darunter verstanden wissen will. Zone ist Gürtel, muss sich also an etwas anschmiegen, desshalb wendet man diesen Ausdruck für die longitudinale, aber nicht für die transversale Gliederung des Gebirges an. Man spricht von einer Flyschzone, von einer Kalkzone, von der krystallinischen Zone, von einem Kalk und Sandsteingürtel. Verliefe durch die Alpen eine ähnliche mit Eruptivgesteinen gefüllte Gasse wie die Fossa magna, z. B. von der Etschbucht aus, so würde es doch keinem Menschen einfallen, von einer Zone zu sprechen. Allerdings werden als Zonen oft längsgestreckte Terrainstreifen überhaupt bezeichnet, wenn es sich aber um die tektonische Gliederung eines grossen Gebirges handelt, muss man sich einige Beschränkung auferlegen.

Die Abweichungen, die sich zwischen Harada's und meiner Arbeit constatiren lassen, beziehen sich doch hauptsächlich auf die Benennungen, sonst herrscht grosse Übereinstimmung in der Darlegung, und zwar deshalb, weil der Verfasser des neuen „Versuchs einer geotektonischen Gliederung der japanischen Inseln" auf meiner Übersicht fusst. Neue Thatsachen sind nicht zu finden. Dagegen wird der Versuch gemacht, die Thatsachen hie und da anders zu deuten. Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass ich den Versuch der Gliederung erst nach einer Zeit von zehn Jahren gemacht habe und erst, nachdem ich das ganze Land durchforscht hatte. Ich meine, dass durch Aufstellung neuer Namen, wenn zweckentsprechende schon existiren, der Wissenschaft kein Dienst erwiesen wird, und auch sonst will es mir scheinen, als ob durch eine Arbeit wie die Harada'sche, welche sich, indem sie auf der von mir geschaffenen Basis steht, vielfach ganz unvermittelt an meinen Gedankengang anlehnt und in der die Tendenz, an Stelle der von mir gebrauchten Benennungen neue zu setzen, nicht zu verkennen ist, nichts weniger als Klärung herbeigeführt werden könnte.

Eingangs dieser Abhandlung wurde der Versuch unternommen, durch den Vergleich der Alpen mit dem japanischen Gebirgsbogen die correspondirenden Bestandtheile der beiden gewaltigen Bodenschwellen ausfindig zu machen. Jetzt, am Schlusse meiner Darlegungen, möchte ich auf jenen Vergleich zurückkommen. Wir haben gesehen, dass sich dem Centralmassiv an der Aussenseite hier wie dort ein Streifen paläozoischer Gebilde anschmiegt, auf den ein Wechsel mesozoischer Mulden mit alten Sätteln folgt. Draussen in Japan ist der Streifen paläozoischer Gebilde allerdings viel mächtiger entwickelt als in den Alpen. Die wichtigste Analogie bietet sich in Bezug auf die Stellung des Centralmassivs und die Vertheilung der Eruptivgesteine. Letztere liegen in beiden grossen Gebirgen auf der Innenseite des Centralmassivs. Aus dem Inhalte dieser Abhandlung ergibt sich noch eine weitere Übereinstimmung. Sie besteht darin, dass wir, vom Centralmassiv nach aussen fortschreitend, von den älteren zu immer jüngeren Schichten kommen. Die älteren Schichten scheinen, je mehr wir uns dem Aussenrande nähern, immer tiefer hinabzusinken.

II. Foraminiferen aus dem Kalksteine von Torinosu und Kompira

von **Matajiro Yokoyama.**

1. *Cyclammina lituus* n. sp.

Taf. V, Fig. 7.

Die Schale mehr oder weniger verlängert, seitlich etwas zusammengedrückt. Dieselbe ist im Anfange regelmässig eingerollt, die letzten Kammern stabförmig angeordnet. Der eingerollte Theil besteht aus ungefähr drei Umgängen, die rasch an Grösse zunehmen und in dem letzten Umgange von 7—8 Kammern ausgebildet werden. Sie sind gewölbt, am Rücken stark convex und durch die vom schwach vertieften Nabel ausstrahlenden, tiefen, gebogenen Nähte von einander getrennt. Die Kammern im stabförmigen Theil nehmen im Allgemeinen nach vorne kaum an Grösse ab. Die Septa sowohl als auch die Aussenwände sind ungemein stark entwickelt und lassen für die Kammern verhältnissmässig wenig Raum. Dieselben sind von sehr groben, mehr oder weniger gebogenen, meist verästelten Canälen durchbohrt, welche jedoch in ihrem peripherischen Theile bei fortschreitendem Wachsthum von einer dünnen Schichte solider, rauher, jedoch rein kalkiger Schalenmasse bedeckt werden, so dass die Verbindung mit der Aussenwelt nur durch die Septaldurchbohrungen stattfinden kann.

Herr Brady fasste in seinem trefflichen Werke über die Foraminiferen der Challenger-Expedition (Report of the Scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger, Zoology IX, p. 67. London 1884), unter der Gattung *Cyclammina* jene recenten, nautilusartig eingerollten Foraminiferen zusammen, die durch die eigenthümliche, wie er es nennt, labyrinthische Beschaffenheit des Skeletes sich von allen anderen ähnlich gestalteten Formen unterscheiden, und er stellte dieselbe mit den Gattungen *Loftusia* und *Parkeria* zusammen zu der besonderen Unterfamilie der *Loftusinae*. Da jedoch die japanische Form, trotz ihres kaum vom *Haplophragmium* unterscheidbaren Habitus eine mit *Cyclammina* ganz übereinstimmende Beschaffenheit der Schale besitzt, so glaube ich berechtigt zu sein, dieselbe unter die Brady'sche Gattung zu bringen, obwohl Brady blos einfach eingerollte Formen aus derselben anführt. Die Gattung *Lituola* lässt auch zum Theile Poren in der Schale erkennen, doch sind dieselben ungetheilt; auch ist sie durch die unregelmässigen Wucherungen der Wand gegen das Innere der Kammern unterschieden. Jedenfalls bildet *Cyclammina lituus* ein Verbindungsglied zwischen *Haplophragmium* und den bisher bekannten Cyclammminen einerseits und zwischen *Lituola* und den letzteren anderseits. Es dürfte demnach am natürlichsten sein, *Cyclammina* in die Nähe der zwei anderen, eben genannten Gattungen zu bringen, wie es Carpenter in 1875 auffasste, indem er in der fünften Auflage seines „Microscope" p. 536, die recente Form *Cyclammina cancellata* Brady „Nautiloid Lituola" nannte.

Eine eocäne Art *Haplophragmium acutidorsatum* Hantken (*A. Clavulina Szaboi* Réteàja faunàjo 1 rész. Foraminiferák. Budapest, 1875, 1 tábl. 1 ábra Cap., 10) aus Ungarn, von der ich Gelegenheit gehabt habe, Exemplare zu untersuchen, zeigt ebenfalls grobe, gegabelte Poren, jedoch ohne die undurchbohrte Schicht unserer Art und dürfte daher ebenfalls zu *Cyclammina* zu stellen sein.

Fundort: Sehr häufig zu Kompira; auch nicht selten zu Torinosu.

2. *Textularia* cf. *cordiformis* Schwager.

Taf. V, Fig. 9.

Schale kurz, beinahe dreieckig, stumpf, von wenigen kugeligen, durch tiefe Nahtlinien von einander getrennten Kammern gebildet. Die Mündungsverhältnisse liessen sich nicht unterscheiden. Länge 0·26—0·33 *mm*.

Diese in einigen Durchschnitten in dem Kalksteine von Torinosu gefundene Form lässt sich kaum von der obengenannten oberjurassischen (Oxfordien) Art (C. Schwager Beitr. z. Kenntn. d. mikroskop. Fauna jurass. Schichten. Jahreshefte für vaterl. Naturk. Württemberg, 1865, 1. Heft, S. 139, Tab. VII, Fig. 15) unter-

scheiden. Trotz der entschiedenen Ähnlichkeit unserer Form mit der angeführten, hielt ich jedoch eine directe Identificirung nicht für angezeigt, da einestheils der Erhaltungszustand doch keinen so genauen Vergleich zulässt, sowie auch die hier vorkommende Foraminiferenfauna zu dürftig ist, als dass die etwaige Identificirung auch durch die Bestimmung des geologischen Alters dieser Schicht unterstützt werden könnte.

3. ***Pulvinulina*** (?) sp.

Taf. V, Fig. 8.

Diese nur in wenigen Durchschnitten bekannte Form hat einen grössten Durchmesser von 0·6*mm* und zeigt durchschnittlich 4 Windungen. Die Kammern, von denen 8—9 die letzte Windung bilden, wachsen regelmässig und langsam an, und zeichnen sich durch stark gewölbte Aussenwände aus. Wir schliessen diese Form an *Pulvinulina* deshalb an, weil derartige Durchschnitte meist bei dieser Gattung vorkommen.

Fundort: Torinosu.

Was nun die geologische Stellung der betreffenden Schichten betrifft, so ist die Zahl der Foraminiferen, die uns zu Gebote stehen, zu gering und zu eigenartig, um aus dem Vergleiche mit bekannten Formen einen entsprechenden Schluss zu gestatten. So viel lässt sich jedoch sagen, dass wir aus dem häufigen Vorkommen einer dem in der Kreide weit verbreiteten *Haplophragmium* nahe verwandten Foraminifere, den Schluss ziehen dürfen, dass den betreffenden Schichten wenigstens ein mesozoisches Alter zukomme. Einige, wenn auch immerhin noch geringe Wahrscheinlichkeit, dass wir es hier, genau mit oberen Juraschichten zu thun haben, gewinnen wir durch das Vorkommen der *Textularia* cf. *cordiformis* Schw. Dasselbe wird auch durch die grösseren Versteinerungen bestätigt, welche Prof. Neumayr aus einem benachbarten Fundpunkt bestimmte, den Dr. Naumann in ganz nahe Beziehungen zu dem Gesteine bringt, welches von mir untersucht wurde.

III. Beschreibung der Coelenteraten, Echinodermen und Mollusken aus dem japanischen Jura

von **M. Neumayr.**

Die Sammlung jurassischer Mollusken, Echinodermen und Korallen, welche mir vom Herrn Dr. E. Naumann zur Untersuchung mitgetheilt wurde, ist ziemlich umfangreich; ich hoffte demgemäss eine ziemlich reiche Fauna in derselben finden zu können, doch sah ich mich leider in dieser Hoffnung getäuscht; der Korallenkalk, welchem weitaus der grösste Theil der vorliegenden Stücke angehört, zeigt eine überaus ungünstige Gesteinsschaffenheit, so dass irgend eine Präparation der Versteinerungen geradezu ausgeschlossen ist; man ist daher ganz auf die ausgewitterten Dinge angewiesen, und unter diesen finden sich nur wenige mit Sicherheit erkennbare Arten. Dieselben sollen zunächst in zoologischer Reihenfolge beschrieben und dann die einzelnen kleinen Localfaunen zusammengestellt werden.

Korallen.

Manche Gesteinstücke des Kalkes von den Fundorten Torinosuyama, Iwasano Kompira, Kotaki Nishiyama, Tokanomura; Kamomura, Mitoda; Riosekimura, Aza Okuminodani, beherbergen massenhafte Korallenreste, doch sind dieselben meist ausserordentlich schlecht erhalten, so dass irgend welche Bestimmung kaum möglich ist. Nur zwei Arten konnten mit Sicherheit gedeutet werden; die eine derselben gehört in die Abtheilung der Tabulaten, und ich glaube sie zum Typus einer neuen Gattung aus der Gruppe der Chaetetoiden, machen zu sollen, für welche ich den Namen *Chaetetopsis* vorschlage. Dr. Naumann hat oben die Häufigkeit chaetetoider Formen in den Korallenkalken Japans hervorgehoben; natürlich kann hier nicht entschieden werden, ob alle *Chaetetes* ähnlichen Vorkommnisse zu der hier beschriebenen Art *Chaetetopis crinita* gehören oder nicht; nach den Verhältnissen des Vorkommens der stockbildenden Korallen, der lebenden wie der fossilen, an anderen Punkten, wird man wohl das Vorhandensein einer Anzahl einander ähnlicher Arten als ziemlich wahrscheinlich betrachten dürfen, und es wird daher die Untersuchung grösseren Materials dieser japanischen Chaetetoiden vermuthlich eine dankbare Aufgabe bilden.

Ausserdem wurde noch eine Astraeidenform als neu beschrieben, welche entweder zur Gattung *Convexastraea* oder zu einer nahe verwandten Gattung gehört. Von den verschiedenen anderen Vorkommnissen konnte eines als wahrscheinlich zu der Gattung *Montlivaultia* gehörig gedeutet werden.

Chaetetopsis crinita n. f.

Taf. IV, Fig. 7—10.

Es liegen mir einige Bruchstücke zarter Korallenstöcke von der allgemeinen Erscheinung eines *Chaetetes* vor, von denen jedoch nur eines für mikroskopische Untersuchung geeigneten Erhaltungszustand zeigt. Die Ansicht mit freiem Auge und mit schwacher Vergrösserung bei auffallendem Lichte lässt erkennen, dass die vermuthlich unregelmässig favositoiden Colonien aus sehr zahlreichen, lang gestreckten, sehr feinen Zellen bestehen, welche annähernd kreisförmigen bis elliptischen Umriss zeigen. Der Erhaltungszustand ist ein derartiger, dass das Innere der Zellen von dunkler Gesteinsmasse erfüllt ist, um diese Ausfüllung zieht sich, anscheinend eine selbständige Wandung bildend, ein Ring von weisser spältiger Beschaffenheit, welcher bisweilen die entsprechende Bildung der Nachbarzelle berührt, in der Regel aber von dieser durch einen überaus zarten Faden dunkleren Gesteines getrennt erscheint.

Auch bei der Untersuchung des Dünnschliffes unter dem Mikroskope ergibt sich ein jenem ersten Eindrucke analoges Bild. Die einzelnen Zellen, welche einen mittleren Durchmesser von etwa 0·25 Millimeter aufweisen, sind im Querschnitte unregelmässig kreisförmig oder elliptisch, bisweilen auch in einer Weise, die unten besprochen werden soll, verzerrt. Die Ausfüllungsmasse der Zellen ist im Dünnschliffe wasserhell, umrandet ist sie von einem dunklen opaken Ringe, scheinbar der Zellwand, die Masse, welche je zwei dieser opaken Ringe von einander trennt, ist wieder ganz wasserhell, zeigt genau dieselben Brechungsverhältnisse, wie die Ausfüllungsmasse der Zellen und erscheint wie diese von zahlreichen Sprüngen durchzogen. Das Innere der Zellen ist ohne jede Spur von Septen, dagegen mit zahlreichen vollkommenen, ganz horizontalen Querböden versehen, deren Abstände untereinander sich weder innerhalb einer und derselben Zelle, noch bei benachbarten Zellen gleich bleiben, im Durchschnitt aber auf ungefähr 0·4 *mm* geschätzt werden können.

Auf den ersten Blick scheint die einfachste und natürlichste Deutung des Bildes, wie es hier geschildert wurde, in der Auffassung zu bestehen, dass jede Zelle eine eigene Wandung besitzt, und dass die einzelnen Zellen sich mit ihren Wandungen nicht oder nur an einzelnen Stellen zufällig berühren. In der That war ich anfangs dieser Ansicht, bis ich durch sehr eingehende Vergleiche und nach Besprechung des Falles mit mehreren Fachgenossen zu einer anderen Ansicht kam. Ich bin jetzt der Ansicht, dass der dunkle Ring, welcher im Querschliffe jede Zelle zu umgeben scheint, nicht eine wirkliche Zellwandung darstellt, sondern dass man es mit einer optischen Erscheinung zu thun hat, welche dadurch hervorgebracht wird, dass auf der Grenze zwischen Zellwandung und Gesteinsausfüllung eine stärkere Veränderung des Materials stattgefunden hat; in der That findet man ja nicht selten bei Schliffen von Korallen, dass eine derartige Grenze durch eine opake Zone bezeichnet ist, die Eigenthümlichkeit besteht nur in dem vorliegenden Falle darin, dass Gesteinsmaterial und das fossile Sklerenchym des Korallenstockes hier zufällig genau dieselbe Farbe und dasselbe Lichtbrechungsvermögen unter dem Mikroskope zeigen. Es spricht dafür namentlich der Umstand, dass die vermeintlichen Zellwände unter dem Mikroskope nicht genau mit den Tabulae übereinstimmen, sondern etwas heller erscheinen, und namentlich macht man bei allmäliger Verstärkung der Vergrösserung die Beobachtung, dass die Abgrenzung der vermeintlichen Wände gegen ihre Umgebung etwas verschwimmt, während das bezüglich der Tabulae nicht der Fall ist. Ferner zeigt es sich bei Betrachtung im polarisirten Lichte, dass die Grösse der zusammensetzenden Kalkspathindividuen in den intracalicinären Räumen bedeutender ist als in den intercalicinären. Unter diesen Umständen scheint mir die richtige Deutung die zu sein, dass die Zellen etwas verdickte Wandungen besitzen, und dass gesonderte Wandungen für die einzelnen Zellen nicht vorhanden sind, sondern die aneinander stossenden Zellwände wirklich oder scheinbar vollständig mit einander verschmelzen; eine derartige wirkliche Verschmelzung findet bekanntlich bei *Chaetetes* statt, während eine

scheinbare nach den Auseinandersetzungen von Nicholson bei manchen Monticuliporiden Platz zu greifen scheint. Poren fehlen den Zellwandungen durchaus.

Von Bedeutung für die Beurtheilung der vorliegenden Form ist die Art der ungeschlechtlichen Vermehrung; dieselbe findet in erster Linie in der Form von Randknospung statt; am Rande einer Zelle findet eine kleine, kreisförmige Ausstülpung der Zellwand statt, welche noch in offener Verbindung mit der Mutterzelle steht, und mit dieser von gemeinsamer Wand umschlossen wird, erst später wird dann die Communication dadurch unterbrochen, dass die gemeinsame Zellwand sich über die schmale Verbindungsstelle beider wegschiebt, bis sich endlich die Tochterzelle im weiteren Wachsthum von der Mutterzelle loslöst und dieser annähernd parallel weiterwächst; beide haben die verdickte Wandung mit einander gemein.

Mit diesem Vorgange nahe verwandt, aber nicht identisch ist die Theilknospung, welche in anderen Fällen beobachtet werden kann. Hier bilden die Wandungen einer Zelle beiderseits Einstülpungen, die sich dann in der Mittellinie erreichen und so die ursprüngliche Zelle in zwei neue auseinander schnüren; die beiden Theilzellen scheinen sehr häufig nicht gleich gross zu sein, bisweilen ist sogar der Grössenunterschied sehr bedeutend und diese Fälle nähern sich sehr der zuerst geschilderten Randknospung, die man geradezu als eine Theilknospung mit übertrieben starkem Grössenunterschiede zwischen den Theilzellen betrachten kann. Ich bin überzeugt, dass es bei etwas grösserem Materiale nicht schwer fallen würde, vollständige Übergänge zwischen beiden Erscheinungen zu finden.

Die eigentliche Theilknospung wird durch einzelne Beispiele in dem Querschliffe Taf. IV, Fig. 9 u. 10 erläutert; besonders klar treten die Vorgänge in dem Längsschliffe Taf. IV, Fig. 8 hervor; man sieht, wie die ursprüngliche Zelle durch eine nur aus einem einzigen Blatte bestehende, neue, dünne Wand in zwei Theile getheilt wird, von denen der eine den andern um mehr als das Doppelte an Durchmesser übertrifft; bald trennen sich die beiden Röhren etwas weiter von einander, indem eine Verdickung der Zwischenwand eintritt. Der Beginn dieser Verdickung findet genau an der Stelle statt, wo die kleinere der beiden Zellen ihren ersten Querboden zeigt.

Leider war es bei der Geringfügigkeit des durch seine Erhaltung für derartige Zwecke geeigneten Materials nicht möglich eine sehr grosse Zahl von Schliffen herzustellen, um all die geschilderten Verhältnisse mehr im Einzelnen zu untersuchen; immerhin genügen die vorliegenden Beobachtungen, um sich der Hauptsache nach ein richtiges Bild von den Vorgängen der ungeschlechtlichen Vermehrung zu machen.

Von wichtigeren Merkmalen der untersuchten Form konnten nicht beobachtet werden die Gestalt der Zellränder und die Basis der Colonie.

Die hier beschriebene Art schliesst sich entschieden der grossem Tabulatengruppe der Chaetetiden an, welche die Familien der Chaetetiden und der Monticuliporiden umfasst. Diese Abtheilung hat ihre Hauptverbreitung in der paläozoischen Zeit, bekanntlich sind aber auch einige Vertreter aus mesozoischen Ablagerungen beschrieben worden, und die Zahl der vorhandenen mesozoischen Formen dürfte in Wirklichkeit eine grössere sein, als es nach dem heutigen Stande der Literatur scheinen möchte. Mit allen Vertretern der Chaetetoiden hat *Chaetetopsis crinita* die überaus lang gestreckte, dünne Gestalt der Zellen, das vollständige Fehlen von Septen und Verbindungsporen und die Beschaffenheit der Querböden gemein.

Vergleichen wir die einzelnen Formen, welche grössere oder geringere Ähnlichkeit mit *Chaetetopsis* zeigen, so haben wir zunächst die Gattung *Chaetetes* zu berücksichtigen; die Übereinstimmung ist eine ziemlich grosse, doch tritt bei *Chaetetes* die Theilknospung sehr viel mehr in den Vordergrund, während Randknospung nicht vorkommt oder wenigstens noch nie beobachtet worden ist; ausserdem ist *Chaetetopsis* durch den kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt der Zellen und die Verdickung ihrer Wandungen ausgezeichnet. Unter den Monticuliporiden können natürlich nur die Gattungen in Betracht kommen, bei welchen alle Zellen annähernd gleich gross sind; alle diejenigen, bei welchen ein gewisser Grad von Zelldimorphismus herrscht, sind von vornherein ausgeschlossen. Es wird sich also nur um *Monotrypa* und deren nächste Verwandte handeln. Mit diesen Formen hat, abgesehen von den allgemeinen Merkmalen der ganzen Abtheilung, *Chaetetopsis* namentlich noch den Umstand gemein, dass Theilknospung zwar auftritt, aber bei weitem keine so hervorragende Rolle in der

ungeschlechtlichen Vermehrung spielt als bei *Chaetetes*. Während aber bei den Monticuliporiden Zwischenknospung sich als Vermehrungsart zu der Theilknospung gesellt, ist bei *Chaetetopsis* Randknospung vorhanden, nach den Knospungserscheinungen würde sich demnach *Chaetetopsis* näher an *Chaetetes* als an *Monotrypa* anschliessen. Von *Monotrypa* (in der Fassung von Waagen) unterscheidet sich *Chaetetopsis* ausserdem noch durch die gerundete Gestalt der Zellen und deren verdickte Wandungen; in diesen Merkmalen stimmt *Chaetetopsis* nahe mit *Orbipora* Eichw. überein, doch bilden auch hier die Knospungserscheinungen einen durchgreifenden Unterschied.

Endlich bleiben noch die Beziehungen zu der von Haug für den öfter genannten *Chaetetes polyporus* Qu. aufgestellten Gattung *Pseudochaetetes* aus dem oberen Jura zu erörtern; hier ist elliptischer oder kreisförmiger Querschnitt, wie bei *Chaetetopsis*, dagegen sind bei *Pseudochaetetes* die Zellen weit kleiner und feiner, namentlich aber bildet die von allen Autoren sehr bestimmt hervorgehobene concentrische, an *Stromatopora* erinnernde Anordnung eine sehr wesentliche Abweichung; ferner sind die Querböden von *Pseudochaetetes* nicht horizontal, sondern concav nach oben gewölbt; endlich hebt Haug ausdrücklich das Fehlen aller „septenähnlichen Gebilde" und „der für *Chaetetes* bezeichnenden septenförmigen Ausbuchtungen" hervor; eine Vermehrung durch Theilung und Theilknospung kommt also nicht vor. Haug ist geneigt die Gattung überhaupt in eine ganz andere Abtheilung der Coelenteraten, nämlich zu den Stromatoporen zu stellen.

Unter diesen Umständen erscheint es durchaus gerechtfertigt, für die vorliegende Tabulatenform aus dem japanischen Jura eine neue Gattung aufzustellen, welche folgendermassen charakterisirt werden kann:

„*Chaetetopsis* nov. gen. Massiver, *Chaetetes*-ähnlicher Stock, aus sehr feinen, langen, geraden Zellen von elliptischem oder kreisförmigem Querschnitt zusammengesetzt. Wandungen der benachbarten Zellen mit einander verschmolzen, verdickt, ohne Poren. Zellen ohne Septen, mit zahlreichen vollständigen, horizontalen, ebenen Querböden versehen; ungeschlechtliche Vermehrung durch Randknospung und Theilknospung." Die Gattung *Chaetetopsis* dürfte nach der Art der ungeschlechtlichen Vermehrung besser bei den Chaetetiden als bei den Monticuliporiden unterzubringen sein.

Da bisher nur eine einzige Art der Gattung *Chaetetopsis* bekannt ist, so lässt es sich natürlich nicht mit Sicherheit entscheiden, welche Merkmale generischen Werth besitzen; ich habe die in obiger Diagnose angeführten Charaktere nach der Analogie der Verhältnisse bei verwandten Gattungen ausgewählt; zur Unterscheidung der Arten werden, wenn einmal mehrere derselben vorliegen werden, wohl hauptsächlich die Grössenverhältnisse der Zellen und deren Abstände von einander, Dicke der Wandungen, Entfernung der Querböden und ähnliche Merkmale von geringerer Bedeutung dienen können.

Fundorte: Das vorliegende Material stammt aus den Korallenkalken von Torinosuyama und von Iwasano-Kompira, doch sind solche chaetetoide Formen nach Dr. Naumann weit verbreitet. Das Exemplar, von welchem die sämmtlichen Schliffe gefertigt wurden, stammt von Torinosuyama, und nur für dieses gilt also die Beschreibung; aller Wahrscheinlichkeit nach wird dieselbe Art noch sonst mehrfach auftreten, doch ist es mir, wie oben erwähnt, wenig wahrscheinlich, dass wirklich alle *Chaetetes* ähnlichen Vorkommnisse Japans hierhergehören.[1]

Convexastraea (?) orientalis n. f.

Taf. V, Fig. 6.

Der Korallenstock ist plump baumförmig, die Kelche klein, ziemlich gedrängt, von annähernd gleicher Grösse, in etwas ungleichen, hinter dem Kelchdurchmesser an Grösse zurückbleibenden Abständen befindlich. Im

[1] Bei Beschreibung und Besprechung von *Chaetetopsis* wurde bisher keine Literatur citirt; die einschlägigen Werke sind: Dybowski, Die Chaetetiden der ostbaltischen Silurformation. Petersburg 1877. — Nicholson, On the Structure and Affinities of the Tubulate Corals of the Palaeozoic Period. London 1879. — Nicholson, On the Structure and Affinities of the Genus Monticulipora and its Subgenera. London 1881. — W. Waagen, Salt-Range Fossils. I. Productus Limestone. Palaeontologia Indica, Ser. XIII. Calcutta 1886. — Römer, Lethaea palaeozoica, 2. Heft. Stuttgart 1883. — Haug, Über sogenannte Chaetetes aus mesozoischen Ablagerungen. Neues Jahrbuch 1883, Bd. I, S. 171. — Neumayr, Stämme des Thierreiches. Wirbellose Thiere, Bd. I. Wien und Prag 1888.

Inneren des Kelches befinden sich sechs grosse, etwas überragende Septa, welche die Mitte nicht ganz erreichen. Dazwischen stehen sechs kleinere Septa zweiter Ordnung. Alle Septa setzen sich ausserhalb der Zellwand als weit von einander abstehende Septocostalstrahlen fort, welche nur ausnahmsweise mit denjenigen der Nachbarzellen zusammenfliessen. Traversen scheinen zu fehlen oder nur sehr spärlich aufzutreten.

Kelchdurchmesser: 0·75—1*mm*

Abstand zweier benachbarter Kelchmittelpunkte: 1—2*mm*

Fundort: Kamomura Mitoda.

Dieser einzige Vertreter der Hexakorallier des japanischen Jura, bei welchem eine Deutung nach dem mir vorliegenden Materiale möglich war, schliesst sich im ganzen Habitus und in fast allen Merkmalen der bekannten, in den mesozoischen Ablagerungen Europas verbreiteten Gattung *Convexastraea* sehr innig an, nur in einem Punkte scheint eine allerdings sehr erhebliche Abweichung vorhanden. Die Gattung *Convexastraea* ist wohl von fast allen Autoren in gleicher Weise aufgefasst worden, während in der Beschreibung, welche in verschiedenen Werken von derselben gegeben sind, sich manche, allerdings nicht sehr wichtige Abweichungen finden. Die neueste Charakteristik derselben stammt von Koby und scheint mir das Wesen der Sippe am richtigsten zu bezeichnen; sie lautet (in Übersetzung) „Stock meist massig, selten baumartig, Zellen kreisrund, wenig vorragend; Septa überragend, wenig zahlreich, nicht bis zum Mittelpunkt reichend, in Septocostalstrahlen sich fortsetzend. Septocostalstrahlen wenig zahlreich, oben horizontal, selten mit denen der Nachbarkelche zusammenfliessend, die Kelchzwischenräume nicht ganz verbergend. Kein Säulchen. Traversen stark entwickelt, horizontal, die Interseptalräume nicht vollständig abschliessend. Septa stets sechzählig.“[1]

Von dieser Beschreibung weicht *Convexastraea orientalis*, wie es scheint, nur in einem allerdings sehr wichtigen Punkte ab, indem ich trotz vielen Suchens keine Spur von Traversen finden konnte, und daher annehmen zu müssen glaube, dass diese Endothekargebilde entweder fehlen oder nur sehr wenig entwickelt sind. Er ist das ein Merkmal, das auch bei anderen Stylinaceen vorkommt, aber immerhin von solcher Wichtigkeit ist, dass mir auf Grund derselben eine Abtrennung der hier als *Convexastraea orientalis* bezeichneten Form als Typus einer neuen Gattung durchaus gerechtfertigt erschiene. Wenn ich mich trotzdem nicht zu diesem Schritte entschliesse, so liegt der Grund dafür in der schlechten Erhaltung der mir vorliegenden Exemplare, in Folge deren eine Täuschung in der Beobachtung zwar nicht wahrscheinlich, aber doch nicht ganz ausgeschlossen ist. Jedenfalls wäre eine Durchmusterung der europäischen Arten von *Convexastraea* wünschenswerth, um festzustellen, ob nicht auch unter ihnen sich solche finden, welchen die Traversen fehlen; dieselben könnten eventuell mit *C. orientalis* zu einer Gattung vereinigt werden.

Echinodermen.

Die Reste von Echinodermen, welche mir aus dem japanischen Jura vorliegen, beschränken sich auf Bruchstücke von Seeigel-Radiolen, welche in den Korallenkalken verschiedener Localitäten zu den ziemlich häufigen Vorkommnissen zu gehören scheinen.

Cidaris cf. *glandifera* Goldf.

Die am häufigsten auftretende Form von Radiolen, ähnlich den bekannten Lapides judaei, doch sind die Längsreihen der Körner, welche die stark aufgeschwollene Keule bedecken, unregelmässiger angeordnet. Auch mit den Radiolen von *Pseudocidaris mammosa* ist Ähnlichkeit, aber kaum Übereinstimmung vorhanden. Zur sicheren Bestimmung oder zur Aufstellung und Charakterisirung einer neuen Art sind die Reste durchaus ungenügend.

Fundorte: Tokanomura, Nishiyama; Riosekimura, Aza Okuminodani.

[1] Koby, Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse. Part. II. S. 101. Abhandlungen der Schweizer paläontologischen Gesellschaft. 1881. Vol. VIII.

Cidaris n. sp.

Nicht ganz so häufig als die eben besprochene Form treten andere Radiolen vom ungefähren Umrisse derjenigen von *Cidaris glandifera* auf, die sich aber auf den ersten Blick durch erheblich grössere Gestalt unterscheiden; ausserdem ist die Verzierung, welche aus zahlreichen ziemlich regelmässigen und scharfen Horizontalreifen besteht, eine ganz wesentlich andere. Offenbar hat man es mit Resten einer neuen Art zu thun, deren Feststellung und Charakterisirung aber nach dem vorliegenden Materiale nicht möglich ist.

Fundorte: Torinosuyama, Kotaki, Tokanomura.

Hemicidaris cf. *crenularis* Ag.

Ziemlich selten finden sich Bruchstücke von Radiolen, welche auffallend an diejenigen von *Hemicidaris crenularis* erinnern; was man an den vorliegenden Stücken überhaupt sehen kann, stimmt vollständig mit der genannten Form überein, und wären die Exemplare etwa im terrain à chailles der Schweiz gefunden worden, so würde sich wohl Niemand bedenken, sie unmittelbar als *Hemicidaris crenularis* zu bestimmen. Etwas anders verhält es sich allerdings bei der Deutung von Resten aus einer so weit entfernten Gegend, in welcher ja eine verwandte, vicariirende Art auftreten kann. Unter diesen Verhältnissen schiene es mir nach den ziemlich dürftigen Resten nicht gerechtfertigt, das Vorkommen der echten *Hemicidaris crenularis* in Japan mit aller Bestimmtheit zu behaupten.

Fundorte: Tokanomura, Nishiyama.

Brachiopoden.

Diese Classe ist nur sehr schwach durch zwei Arten vertreten, von denen die eine der Gattung *Rhynchonella* die andere der Gattung *Terebratula* angehört; letztere gehört einer wohlbekannten Art der oberen Jura Europas an *(Terebratula bisuffarcinata)*, die andere ist eine neue Art *(Rhychonella Haradai)*, welche sich aufs innigste der charakteristischen Juragruppe der Furcillaten anschliesst.

Rhynchonella Haradai n. f.

Taf. V, Fig. 5.

Das einzige vorhandene Exemplar sieht im Umrisse, in den Verhältnissen, in der Gestalt des Schnabels der bekannten *Rhynchonella furcillata* des mittleren Lias in auffallender Weise ähnlich; in der Grösse erhebt es sich etwas über den Durchschnitt der letztgenannten Art. Auch die Faltung der Stirn und der Gegensatz zwischen den feinen Fältchen der Schnabelregion und den groben Falten der Stirn ist bei beiden übereinstimmend. Ein Unterschied unserer Art gegen *Rhynchonella furcillata* besteht darin, dass bei ersterer die Streifung in der Schnabelregion auffallend fein ist, vor Allem aber ist eine Abweichung darin gegeben, dass bei *Rhynchonella Haradai* die feinen Streifen der Schnabelgegend gegen die Stirn zu nicht aufhören, wenn die starken Rippen einsetzen, sondern auf und zwischen diesen bis gegen die Stirncommissur verlaufen.

Ist hiemit ein Unterschied gegeben, so ist trotzdem die Verwandtschaft von *Rhynchonella Haradai* mit den europäischen Furcillaten eine ausserordentlich grosse, und die japanische Form kann mit voller Bestimmtheit in diese Gruppe eingereiht werden. Von anderen Typen könnte nur etwa die devonische *Rhynchonella Schnuri* in Betracht kommen, doch zeigt diese nur in der Art der Rippenbildung einige Analogie, in anderer Beziehung, namentlich in der Gestalt und Breite des Schnabels ist vollständige Verschiedenheit vorhanden; offenbar handelt es sich in diesem Falle nur um eine äussere Sculpturähnlichkeit, nicht um irgend welche wirklich nahe Verwandtschaft.

Für die Bestimmung des Alters der Schichten, aus welchen sie stammt, liefert *Rhynchonella Haradai* kein ganz scharfes Ergebniss; unbedingt darf wohl anerkannt werden, dass sie einem jurassischen Typus angehört und wohl auch jurassischen Alters sein dürfte; innerhalb des Jura sind wahre Furcillaten aus dem Malm unbekannt, man wird also auf eine tiefere Stufe schliessen können, aber weitere Folgerungen dürften kaum abzuleiten sein; *Rhynchonella furcillata* selbst liegt zwar speciell im mittleren Lias, und an diese Abtheilung

wird man daher vielleicht in erster Linie zu denken geneigt sein; doch kommt eine analoge Furcillatenform, *Rhynchonella Wrighti* Dav., auch im mittleren Jura vor.

Fundort nicht sicher bekannt; der dem einzigen Exemplare aufgeklebte Zettel besagt: „Locality unknown, probably Kaisekiyama." Das Gestein und die Erhaltung stimmt mit den Vorkommnissen von diesem Punkte überein.

Terebratula bisuffarcinata Zieten.

Taf. V, Fig. 4.

In ziemlich bedeutender Zahl liegen Exemplare einer mittelgrossen *Terebratula* aus der Gruppe der Biplicaten vor, deren Deutung, wie bei fast allen Formen dieser Abtheilung nicht ohne bedeutende Schwierigkeiten ist. Das hervorragendste Merkmal besteht darin, dass die charakterisischen Biplicatenfalten nur in der kleinen Klappe kräftig ausgebildet, in der grossen Klappe dagegen fast gar nicht entwickelt sind; die Seitentheile der kleinen Klappe sind an der Stirn breit nach aufwärts gezogen. Dadurch erinnert die Art an *Terebratula dorsoplicata* Suess aus den Kellowayschichten, allein derselbe Charakter kehrt auch bei manchen Varietäten der oberjurassischen *Terebratula bisuffarcinata* wieder, deren Unterschied gegen *Terbratula dorsoplicata* allerdings gering genug ist. Nach sorgfältiger Vergleichung finde ich, dass die japanische Art sich am engsten an die Bisuffarcinaten mit fast ungefalteter grosser Schalen anschliesst; unter dem bedeutenden Vergleichsmaterial stimmen namentlich Exemplare, welche Herr G. v. Bukowski in den Oxfordschichten von Czenstochau in Polen[1] gesammelt hat, in ganz auffallender Wiese mit den Stücken aus Japan überein.

Fundort: Kotaki, Tokanomura.

Bivalven.

Reste von Muscheln liegen, wenigstens in erkennbarer Form, aus den marinen Juraablagerungen Japans nicht vor, dagegen finden sich, wie es scheint, in grosser Menge, in den schwarzen, pflanzenführenden Schichten Vertreter der Gattung *Cyrena* von sehr ansehnlicher Grösse.

Cyrena Naumanni n. f.

Taf. IV, Fig. 3, 4.

Gehäuse gleichklappig, ungleichseitig, abgerundet dreieckig, dickschalig, wenig breiter als hoch, etwas abgeflacht nach vorne ziemlich stark vorgezogen, hinten kurz abgestutzt, ziemlich steil abfallend. Wirbel vorspringend, etwas nach vorne übergebogen. Keine Lunula. Oberfläche mit groben Anwachslinien versehen.

In der rechten Klappe stehen drei divergirende, ungespaltene Cardinalzähne, von denen der vorderste klein, der mittlere gross und breit, der hintere lang und schmal ist. Schlossplatte gross. Vorderer Lateralzahn schwach und kurz, hinterer Lateralzahn gross, lamellenförmig, ungestreift. Schloss der linken Klappe unbekannt. Nymphen sehr tief, Muskeleindrücke und Mantellinie unbekannt.

Man hat die lebenden Cyreniden in eine bedeutende Anzahl von Gattungen oder Untergattungen eingetheilt, doch gelingt es bekanntlich in der Regel nicht, die fossilen Arten in diesen nach der Untersuchung des recenten Materials aufgestellten Sippen unterzubringen, indem bei den geologisch alten Formen abweichende Gruppirungen der Merkmale vorkommen. Für solche fossile Typen sind von Sandberger und Anderen neue Gattungen aufgestellt worden, aber auch diese sind noch nicht hinreichend, um Alles unterzubringen. Auch die vorliegende Art bildet einen derartigen aberranten Typus, für den man wohl einen neuen Namen geben könnte, doch scheint es mir, dass eine solche Neuerung nur von demjenigen mit Nutzen vorgenommen werden kann, welchem, wie seinerzeit Sandberger, sehr reiches fossiles Material vorliegt. Ich lasse daher unsere Art vorläufig unter dem alten Sammelnamen *Cyrena* stehen.

[1] Vergl. G. v. Bukowski, Über die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients. Bd. V, 1887.

Unter den lebenden Formen hat *Cyrena Naumanni* kaum nahe Verwandte und dasselbe gilt für die beiden folgenden mit ihr vorkommenden und ihr nahe stehenden Arten; am ehesten lassen sie sich noch mit der auf den Philippinen vorkommenden Untergattung *Velorita* vergleichen, doch ist die Abweichung immerhin sehr erheblich und namentlich fehlt bei *Cyrena Naumanni* die Kerbung der Seitenzähne. Unter den fossilen Cyreniden Europas findet sich gar nichts, was irgend zum Vergleiche herbeigezogen werden könnte; dagegen haben aussereuropäische Ablagerungen Arten geliefert, welche in Betracht gezogen werden müssen. In erster Linie sind die Vorkommnisse der der obersten Kreide angehörigen Laramieschichten des centralen Nordamerika zu nennen. *Corbicula Durkeei*, Meek, *Augheyi* White, *occidentalis* Meek and Hayden, *Cleburni* White lassen wenigstens in der äusseren Form Ähnlichkeit erkennen, und bei *Corbicula Augheyi* zeigt auch das Schloss viele Übereinstimmung. Ausserdem scheint noch *Corbicula ingens* Hislop aus dem „Intertrappean Beds" von Nagpur im Dekan (Indien) in der äusseren Gestalt nahe zu stehen.[1]

Fundort: Zahlreiche Exemplare aus den pflanzenführenden Juraschichten von Yanagidani, Menuki, Katsu-uragori; meist etwas zerdrückt und beschädigt.

Cyrena gravida n. f.

Taf. IV, Fig. 2.

Mit der vorigen kommt seltener eine zweite Art vor, welche jener sehr nahe steht, aber sich doch durch abweichenden Umriss wohl unterscheiden lässt; ich bezeichne dieselbe als *Cyrena gravida*. Von *Cyrena Naumanni* unterscheidet sie sich durch mehr vorspringende und übergebogene Wirbel, ferner dadurch, dass sie nach rückwärts mehr verlängert und nicht abgestutzt ist. Das Innere der Schale ist nicht bekannt, doch dürfte das Schloss bei der sonstigen nahen Übereinstimmung von demjenigen von *C. Naumanni* kaum wesentlich abweichen.

Bei der bekannten Veränderlichkeit der Süsswassermuscheln im Allgemeinen ist die Möglichkeit keineswegs ausgeschlossen, dass *Cyrena gravida* sich einstmals als eine Varietät von *Cyrena Naumanni* erweisen wird Bis aber der Nachweis hiefür erbracht ist, sehe ich mich genöthigt, beide getrennt zu halten.

Cyrena lithocardium n. f.

Taf. IV, Fig. 1.

Von demselben Fundorte Yanagidani, von welchem die andern Cyrenen stammen, liegt ein einzelnes Exemplar einer im äusseren Umrisse wesentlich abweichenden Art vor; wohl ist das Stück nur unvollkommen erhalten, aber doch ist dessen ganzer Habitus ein so charakteristischer, dass an der Selbständigkeit der Form nicht gezweifelt und dieselbe hinreichend gekennzeichnet werden kann. Gewiss ist *C. lithocardium* mit den anderen hier erwähnten Arten nahe verwandt; die Unterschiede beruhen in den sehr stark vorspringenden, kräftig eingebogenen Wirbeln, aufgetriebeneren Gestalt, kräftiger Kielung der Hinterseite, und sehr bedeutender Höhe, welche die Breite erheblich übertrifft. Durch diese Eigenthümlichkeiten nähert sich *Cyrena lithocardium* unter allen fossilen Cyrenen Japans am meisten der schon oben genannten Gattung *Velorita*. Im äusseren Habitus erinnert sie auf den ersten Blick in merkwürdiger Weise an die Gattung *Megalodus*.

Gastropoden.

Vertreter dieser Classe sind unter den bearbeiteten Materialien durchaus nicht selten, aber durchgehends in so schlechter Erhaltung, dass eine nähere Bestimmung nicht möglich ist. In den Korallenkalken treten häufig Nerineen auf, aus den gelbbraunen Sandsteinen sind einige Turritellen- und Purpuroidea-ähnliche Schnecken vorhanden.

[1] Für die Vergleichung mit aussereuropäischen Formen siehe: C. A. White, A Review of the non-marine fossil Mollusca of North-America. Third annual Report of the U. S. Geological Survey. Washington 1881/1882. — Hislop, On the Tertiary deposits associated with Trapprock in the East Indies. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1864, S. 154. — Neumayr, Die Intertrappean Beds im Dekan und die Laramie Gruppe im westlichen Nordamerika. Neues Jahrbuch 1884. Bd. I, S. 75.

Turritella sp.

Taf. III, Fig. 5.

Es liegen vier schlecht erhaltene Exemplare einer *Turritella* mit verhältnissmässig nicht spitzem Gehäusewinkel vor; die Nähte sind tief eingeschnitten, jede Windung trägt am oberen und am unteren Rande je einen entwickelten Kiel, zwischen beiden ist die Schale stark eingesenkt.

Die äussere Form erinnert einigermassen an eine knotenlose *Glauconia (Omphalia)*, doch dürfte es sich nur um eine äussere Ähnlichkeit handeln. Eine genaue generische Bestimmung ist nicht möglich, da die Mündung bei allen Stücken abgebrochen ist und die Anwachslinien obliterirt sind.

Fundorte: Kaisekiyama, Minomura, Tosa; in gelbbraunem feinkörnigem Sandstein.

Nerinea cf. *Visurgis* Römer.

Nerineen sind, wie erwähnt, in den Korallenkalken verschiedener Fundorte häufig anzutreffen, doch nirgends sicher zu bestimmen; eine Form, die in einigen Exemplaren vertreten ist, stimmt in der Stellung der beiden Knotenreihen auf den Windungen und der Aushöhlung der letzteren, ferner nach schwachen Andeutungen vermuthlich auch in Beziehung auf die Falten im Inneren mit der bekannten *Nerinea Visurgis* überein, doch kann sich dabei nicht um eine präcise Deutung handeln; man kann nur sagen, dass eine Art aus der Gruppe der *Nerinea Visurgis* vorliegt.

Fundorte: Tokanomura, Torinosuyama.

Purpuroidea sp.?

Taf. IV, Fig. 6

Zusammen mit der oben genannten *Turritella* kommen unvollkommen erhaltene Exemplare einer sehr eigenthümlichen, etwa haselnussgrossen Schnecke mit treppenförmig abgesetzten Umgängen, kurzer Spira und langer letzter Windung vor. Diese letztere ist oben gekantet und mit kräftigen Höckern verziert. Der Spindelrand der Mündung ist stark callös verdickt. Von anderen Merkmalen ist nichts zu sehen und daher auch sichere generische Bestimmung der entschieden neuen Form unmöglich; mit *Purpuroidea* ist eine gewisse habituelle Ähnlichkeit vorhanden, doch bietet diese nicht die geringste Gewähr, dass man es wirklich mit einer *Purpuroidea* zu thun habe; ich gebrauche den letzten Namen nur, weil ich keine andere Gattung weiss, welche ähnlicher wäre.

Cephalopoden.

Aus Japan sind mehrfach die Reste jurassischer Ammoniten angeführt worden, so verschiedene Arten der Gattung *Arietites*, ferner *Peltoceras athleta* Phill., *Stephanoceras coronatum* Brug.; allein all diese Angaben beruhen auf Irrthümern, das angebliche *Stephanoceras coronatum* erwies sich als eine Form der oberen Kreide, *Peltoceras athleta* und die Arieten als Ceratiten der Trias und so beschränkt sich das, was wir von Juraammoniten wissen auf das hier beschriebene Bruchstück eines *Harpoceras*.

Harpoceras japonicum n. f.

Taf. V, Fig. 1—3.

Gehäuse flach scheibenförmig, weitnabelig, aus ziemlich zahlreichen, langsam anwachsenden, etwas mehr als ein Drittel involuten, mit stumpfer Nabelkante und steilem Nabelabfall versehenen Windungen bestehend: Flanken der Windungen in der Jugend sehr flach gewölbt, später ganz flach; Externseite flach zugerundet, mit einem aufgesetzten Kiele versehen, der beiderseits von flachen Furchen eingesäumt ist. In der Jugend und im mittleren Wachsthumsstadium sind die Flanken des Gehäuses mit zahlreichen Sichelrippen versehen; ein Theil der Rippen entspringt einfach und etwas nach vorne geneigt an der Nabelkante, und trägt in einem Drittel der Höhe einen kleinen gerundeten Knoten, von dem aus bei etwa der Hälfte dieser primären Rippen

eine Spaltung eintritt. Ausserdem schieben sich in der äusserem Hälfte der Höhe Schaltrippen ein. Die Wohnkammer ist fast glatt, mit wenigen undeutlichen Falten.

Die Lobenlinie ist mässig zerschlitzt, mit breiten Loben- und Sattelkörpern; jederseits sind zwei Auxiliare ausser den normalen Loben vorhanden. Der Siphonallobus ist kürzer als der erste Lateral. Die gesammten Loben und Sättel bilden eine gegen die Naht aufsteigende Linie, und namentlich der erste Lateralsattel steht auffallend höher als der Externsattel. Diese Richtung der Loben bildet jedenfalls den wichtigsten Charakter der Art.

Will man diese Form mit anderen Ammoniten vergleichen, so können unter der ganzen Menge nur zwei Gruppen in Betracht kommen, nämlich die Harpoceren des Jura und die Schloenbachien der Kreideformation, und wir müssen uns in erster Linie dafür entscheiden, zu welcher dieser Abtheilungen die vorliegende Art gehört; mag auch die Sache dem ersten Blicke nicht vollständig klar erscheinen, so ergibt doch eine nähere Prüfung, dass sehr nahe Verwandtschaft mit gewissen Formen von *Harpoceras* (im weitesten Sinne) vorhanden ist, dass dagegen einige wichtige Merkmale von *Schloenbachia* abweichen. Das gilt schon bis zu einem gewissem Grade von der Berippung, namentlich aber von der Beschaffenheit der Lobenlinie, indem die Kürze des Siphonallobus und das Vorhandensein eines wohl entwickelten zweiten Auxiliarlobus entschieden gegen die Einreihung bei *Schloenbachia* sprechen.

Wir werden also auf die Gattung *Harpoceras* verwiesen, wenn wir diese Gattung im allerweitesten Sinne fassen; allerdings nimmt auch hier *Harpoceras iaponicum* eine etwas isolirte Stellung ein, namentlich in Folge der aufsteigenden Richtung der Lobenlinie; sehr nahe Verwandtschaft scheint mir unter allen bekannten Arten nur *Harpoceras jugiferum* Waagen aus der Zone des *Harpoceras Sowerbyi* zu zeigen.[1] Gesammtumriss, Sculptur und Lobenbildung lassen hier ganz entschiedene Beziehungen zu unserer Art erkennen; doch bilden der weitere Nabel, die schiefere Stellung der Rippen, das Vorhandensein von Furchen neben dem Kiele der Externseite, endlich das stärkere Ansteigen der Lobenlinie gegen die Naht ausgesprochene Unterscheidungsmerkmale für die ostasiatische Art.

Was die Stellung von *Harpoceras jugiferum* und *japonicum* innerhalb ihrer Gattung anlangt, so bin ich heute noch nicht im Stande ein endgiltiges Urtheil auszusprechen; die Auffassung der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den einzelnen Gruppen der „Falciferen" zu einander gehört bekanntlich zu den allerschwierigsten Gegenständen, und sehr abweichende Ansichten in dieser Richtung sind in neuerer Zeit ausgesprochen worden. Es scheint mir hier nicht der richtige Platz für eine vollständige Discussion dieser verwickelten Frage zu sein, und ich sehe mich umsoweniger veranlasst, auf dieselbe jetzt einzugehen, da ich mich binnen Kurzem an einer anderen Stelle mit derselben zu beschäftigen haben werde. Hier mag nur bemerkt werden, dass, wie Waagen hervorhebt, *Harpoceras jugiferum* sich in der Sculptur dem *Harpoceras radians*, in den Loben dem *Harp. Sowerbyi* und dessen Verwandten nähert; *Harp. japonicum* zeigt in der Sculptur ebenfalls Anklänge an die *Sowerbyi*-Gruppe. Diese letztere Abtheilung wird neuerdings zu der Gattung *Hammatoceras* gestellt, deren Typus der bekannte *Ammonites insignis* des oberen Lias bildet; *Harpoceras radians* gilt als ein ganz typisches *Harpoceras*.

Da *Harpoceras japonicum* eine neue Art darstellt, die aus Schichten sicher festgestellten Alters noch nicht bekannt ist, so gibt dessen Vorkommen keinen ganz bestimmten Anhaltspunkt zur Beurtheilung des Alters der japanischen Ablagerungen; da jedoch in Europa die nächst verwandte Form der Zone des *Harpoceras Sowerbyi* angehört, so wird man mit einem ziemlich hohen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass auch *Harpoceras japonicum* dem mittleren Jura, und zwar dessen Unter- oder Mittelregion angehören wird. Allerdings ist auch die Möglichkeit liasischen Alters nicht vollständig ausgeschlossen.

Fundort: Mitoda, in gelbbraunem, sehr feinkörnigem Sandsteine. Es liegt nur ein einziges Bruchstück vor, und es konnten daher keine Zahlenangaben über Grösse, Proportionen u. s. w. gemacht werden.

[1] W. Waagen, Über die Zone des *Ammonites Sowerby*. Beneeke's Geognostisch-paläontologische Beiträge 1867. Bd. I, S. 597.

IV. Das Alter der japanischen Juraablagerungen

von **M. Neumayr.**

Die bisherigen Daten über das Alter der Juragesteine Japans sind mehrfach besprochen worden; ich glaube daher auf eine nochmalige Zusammenstellung der Literatur nicht eingehen zu sollen. Ich wiederhole nur, dass die früheren Angaben über das Vorkommen gewisser jurassischer Ammoniten und die darauf gestützten Folgerungen über das Vorkommen von liasischen Arietenschichten und von Kellowaybildungen sich als irrig erwiesen haben. Es ist in dieser Hinsicht vorläufig so ziemlich tabula rasa gemacht, und wir sind bezüglich der Altersbestimmung ganz auf die Ergebnisse der vorangehenden Seiten angewiesen. Das gilt wenigstens für die fossilen Thierreste; ausserdem finden sich allerdings noch zahlreiche Pflanzenreste, welche namentlich durch die berühmten Arbeiten von Oswald Heer bekannt geworden sind; für die Bestimmung des Alters aber müssen die vorliegenden Daten mit einiger Vorsicht behandelt werden, nicht nur weil augenscheinlich die fossilen Pflanzen wegen der Art und Weise ihrer geographischen und geologischen Verbreitung für den Vergleich weit von einander entfernter Gegenden weniger mit einander geeignet sind als etwa die Reste wirbelloser Meresthiere, sondern noch weit mehr aus dem Grunde, weil die pflanzenführenden Schichten nicht einem einzelnen Horizonte, sondern einem reichen Systeme über einander folgender Ablagerungen entstammen. So lange also nicht die Flora jeder einzelnen dieser pflanzenführenden Schichten einzeln untersucht worden ist, kann von einer schärferen Altersbestimmung nach den fossilen Pflanzen nicht wohl die Rede sein. Ich werde mich daher mit diesem Gegenstande hier nicht weiter befassen, zumal wir eine Neubearbeitung desselben durch Nathorst in kurzer Zeit zu erwarten haben.

Die Arten, welche mir aus dem japanischen Jura vorlagen, sind folgende:

Chaetetopsis crinita n. f.
Convexastraea (?) orientalis n. f.
Cidaris cf. *glandifera* Goldf.
Cidaris n. f.
Hemicidaris cf. *crenularis* Ag.
Rhynchonella Haradai n. f.
Terebratula bisuffarcinata Ziet.
Cyrena Naumanni n. f.
Cyrena gravida n. f.
Cyrena lithocardium n. f.
Turritella sp.
Nerinea cf. *Visurgis* Röm.
Purpuroidea sp.?
Harpoceras japonicum n. f.

Unter den 14 Arten, welche genau oder annähernd bestimmt werden konnten, findet sich also nur eine einzige, welche mit voller Sicherheit mit einer europäischen Form identificirt werden konnte, nämlich *Terebratula bisuffarcinata* Ziet m.; es ist das allerdings wenig genug, und da es sich überdiess um eine Form aus der so wenig charakteristischen Abtheilung der biplicaten Terebrateln handelt, so könnte man einigermassen im Zweifel sein, ob denn ein solcher Anhaltspunkt genügt, um diese Bildungen als jurassisch anzusprechen. Diese Bedenken werden jedoch durch das Auftreten einer Anzahl von Formen beseitigt, welche mit bekannten Juratypen ausserordentlich nahe verwandt sind und welche in dieser Hinsicht so ziemlich eben so grosse Bedeutung beanspruchen können, als wenn sie wirklich genau hätten identificirt werden können. Von solchen Arten sind zu nennen:

Hemicidaris cf. *crenularis.*
Nerinea cf. *Visurgis.*
Rhynchonella Haradai.
Harpoceras japonicum.

Ferner sind noch zwei Arten zu nennen, welche wenigstens darauf hinweisen, dass die Ablagerungen jünger als Trias und älter als Tertiär sind, nämlich:

Convexastraea orientalis.
Cidaris cf. *glandifera.*

Es darf demnach das Vorhandensein jurassischer Bildungen als bewiesen betrachtet werden, zumal auch die von Herrn Matajiro Yokoyama aus der Untersuchung der Foraminiferen abgeleiteten Folgerungen damit recht wohl übereinstimmen (vgl. oben S. 27); von drei vorhandenen Foraminiferen-Arten ist eine nicht bezeichnend für das Alter, eine zweite zeigt allgemein mezozoische Beziehungen, eine dritte steht einer europäischen Juraform, der *Textularia cordiformis* Schwager sehr nahe.

Wenn wir für die Gesammtheit der Fauna jurassisches Alter annehmen dürfen, so müssen wir zur näheren Bestimmung die einzelnen Horizonte von einander trennen; wir können nach dem Gesteine drei verschiedene Typen unterscheiden, nämlich: 1. Das schwarze Cyrenengestein von Yanagidani, welches mit den Pflanzenschichten in Verbindung steht. 2. Die gelbbraunen Sandsteine von Kaisekiyama und Mitoda. 3. Die Korallenkalke.

Aus dem schwarzen Cyrenengesteine liegen nur drei Arten der Gattung *Cyrena* (im weitesten Sinne) vor, nämlich *Cyrena Naumanni, gracida, lithocardium.*[1] Diese Arten sind neu und bisher auf Japan beschränkt; etwas nähere Verwandte scheinen sie unter den bisher bekannten Arten nur in der obersten Kreide, in den Laramieschichten von Nordamerika und in den Intertrappean Beds in Indien zu haben. Man könnte dannach auf den Gedanken kommen, dass die Cyrenenschichten überhaupt nicht dem Jura, sondern der oberen Kreide angehören. Ein solcher Schluss schiene mir jedoch sehr übereilt, da einerseits die Übereinstimmung der verschiedenen Formen doch keine weit gehende ist, und wir anderseits über die geologische und geographische Verbreitung der Cyreniden viel zu wenig unterrichtet sind, um mit Sicherheit aus derartigen Materialien eine Folgerung bezüglich des Alters ableiten zu können. Nach meiner Ansicht lässt sich aus den Cyrenen überhaupt gar nichts bezüglich des Alters schliessen, sie bieten so gut wie gar keinen Anhaltspunkt in dieser Hinsicht, und wir können nicht einmal eine Vermuthung aussprechen.

Da auch die Lagerung keine Anhaltspunkte gewährt, und die Pflanzenschichten nach Naumann möglicherweise von der Trias bis in die Kreide reichen, so bleibt die Frage vorläufig noch durchaus ungelöst, ob die Cyrenen überhaupt dem Jura angehören.

Der gelbbraune Sandstein von Kaisekiyama und Mitoda hat folgende Arten geliefert:

Rhynchonella Haradai.	*Purpuroidea?* sp.
Turritella sp.	*Harpoceras japonicum.*

Von diesen Formen geben die beiden Gastropoden-Arten über das Alter keinerlei Aufschluss; *Rhynchonella Haradai* und *Harpoceras japonicum* sind neu und auf Japan beschränkt, doch stehen sie bekannten europäischen Typen nahe genug, um wenigstens annäherungsweise ein Urtheil zu gestatten. *Rhynchonella Haradai* gehört der Gruppe der Furcillaten an, welche in Europa ihre Hauptverbreitung im mittleren Lias hat, aber bis in den Unteroolith reicht; *Harpoceras japonicum* hat seinen nächsten Verwandten in dem europäischen *Harpoceras jugiferum* Waagen aus der Zone des *Harpoceras Sowerbyi*. Es sind das natürlich keine Anhaltspunkte für eine präcise Altersbestimmung, doch wird man mit einem sehr hohen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass die Ablagerung der unteren Hälfte der Juraformation angehöre: innerhalb dieser Abtheilung ist die Zugehörigkeit zum Unteroolith, und zwar zu dessen unterer oder mittlerer Region entschieden wahrscheinlicher als die Zugehörigkeit zum Lias, wenn auch das Gegentheil nicht ganz ausgeschlossen ist.

Den Korallenkalken ist die folgende kleine Fauna entnommen worden:

Chaetetopsis crinita.	*Hemicidaris* cf. *crenularis.*
Convexastraea orientalis.	*Terebratula bisuffarcinata.*
Cidaris cf. *glandifera.*	*Nerinea* cf. *Visurgis.*
Cidaris n. f.	

[1] Nach der Literatur kommen mit den Cyrenen auch Arten von *Ostrea, Solen, Placuna, Melania* und *Natica* vor; unter dem von mir untersuchten Materiale finden sich diese Formen nicht. Vergl. Naumann, Über den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln. Berlin 1885, S. 24. — Tsunashiro Wada, die kaiserliche geologische Reichsanstalt von Japan. Berlin 1885, S. 11.

Hier tritt die Ähnlichkeit mit den Vorkommnissen Mitteleuropas deutlicher und auffallender hervor, als bei den anderen Juraablagerungen Japans; es kann nicht der mindeste Zweifel herrschen, dass wir es mit einer oberjurassischen Korallenbildung zu thun haben, ganz ähnlich denjenigen, welche bei uns eine so grosse Rolle spielen. Allerdings bezieht sich das nur auf die Versteinerungsführung, während die Gesteinsbeschaffenheit und Erhaltung der Fossilen den europäischen Korallenkalken des oberen Jura nicht eben ähnlich ist; in dieser Richtung fühlt man sich weit mehr an gewisse Gesteine der alpinen Trias aus der Gruppe der sogenannten Lithodendron-Kalke gemahnt. Dabei handelt es sich aber nur um äussere habituelle Ähnlichkeit, die paläontologische Untersuchung lässt an dem oberjurassischen Alter nicht zweifeln. In letzterer Beziehung würden, so weit die bisherigen Erfahrungen reichen, die japanischen Korallenkalke des oberen Jura sich von denjenigen Europas nur durch die Häufigkeit chaetetoider Korallen unterscheiden.

Ein genaue Altersbestimmung der oberjurassischen Korallenkalke Japans ist nach den Daten kaum möglich, höchstens wird man aus dem Vorhandensein von *Terebratula bisuffarcinata* und einer der *Hemicidaris crenularis* nahe stehenden Form die Annahme ableiten können, dass man es mit keinem der allerhöchsten Glieder des Jura, etwa mit Tithon zu thun habe, sondern mit einem etwa dem obersten Theile der Oxfordstufe (Zone des *Peltoceras bimammatum*, Rauracien) angehörigen oder wenig jüngeren Gebilde. Dass wir zu keinen ganz genauen Ergebnissen gelangen können, wird in keiner Weise befremden können, nachdem selbst heute noch die Aufgabe kaum gelöst ist, mitteleuropäische Ablagerungen von Korrallenkalken nur ihrer Fauna nach ganz sicher zu parallelisiren, wenn dieselben rein in der Korallenfacies entwickelt sind und keine Cephalopoden geliefert haben. Diese Verhältnisse sind ja sehr bekannt, und Jedermann weiss, wie grosse Schwierigkeiten der Nachweis gekostet hat, dass z. B. das Corallien von Tonnerre anderen Alters ist als das sogenannte typische Corallien, oder wie schwer die genaue Stellung der Korallenbildungen von Sain Claude, von Valfin, Echaillon u. s. w. zu ermitteln war. Verschiedenaltrige Korallenablagerungen zeigen eben ganz überraschende Faciesähnlichkeit, so dass lange Zeit hindurch die Ansicht Vertreter finden konnte, dass alle derartigen Bildungen von der Zone des *Peltoceras bimammatum* bis zum Horizonte von Stramberg einer und derselben Stufe angehören.

Die Ablagerungen aus welchen Thierversteinerungen vorliegen, sind demnach ein nicht näher bestimmbarer Süsswasserhorizont mit Cyrenen, ein vermuthlich der unteren Hälfte des mittleren Jura angehöriger Horizont mit Brachiopoden, Gastropoden und Cephalopoden, endlich oberjurassische Korallenkalke; es ist das eine sehr geringe Anzahl von Gliedern und wir dürfen mit Bestimmtheit erwarten, dass eingehende und jahrelang andauernde Localforschung noch viele neue Horizonte kennen lernen werde. Wenn wir nun an die Aufgabe herantreten, die Ablagerungen des japanischen Jura nicht nur dem Alter nach zu bestimmen, sondern auch die Art ihrer Entwicklung zu bestimmen und daraus Folgerungen über die physikalisch-geographischen Verhältnisse abzuleiten, so tritt uns in erster Linie die Erscheinung entgegen, dass Japan nach den bisherigen Erfahrungen sich jenen zahlreichen Gegenden anschliesst, in welchen der Lias nicht oder nur durch Binnenablagerungen vertreten ist und erst höhere Stufen des Jura in mariner Entwicklung vorkommen. Bekanntlich ist in der ganzen borealen Region kein Lias gefunden worden und höhere Juraschichten treten daselbst im grössten Massstabe übergreifend auf; dasselbe findet im grösseren Theile von Osteuropa und in Ostafrika statt, ja aus ganz Asien ist mariner Lias nur aus dem Kaukasus und aus Armenien, und in einem noch zweifelhaften Vorkommen aus dem Himalaja bekannt. Japan sollte nach den früheren Angaben eine Ausnahme bilden und ebenfalls marinen Lias beherbergen, nach den neueren Untersuchungen hat sich dies aber als irrig erwiesen und Japan verhält sich daher wie die übrigen asiatischen Gegenden mit Ausnahme eines kleinen Districtes an der äussersten Westgrenze des Erdtheiles. Natürlich darf man erwarten, dass auch in Asien noch an manchen Punkten Lias gefunden werden wird, und zwar wird man das am ehesten in der von Kleinasien, Armenien und dem Kausasus nach Osten streichenden Kettengebirgsregion erwarten dürfen, aber an der Thatsache, dass auf den bisher untersuchten Continenten und namentlich in Asien der Lias weit weniger verbreitet ist als die höheren Jurastufen, und dass diese im grossartigsten Masse übergreifen, können etwaige Funde dieser Art nichts ändern.

Vergleichen wir die japanischen Juraschichten mit denjenigen anderer Gegenden, so liegt am nächsten die Parallele mit den nordischen Ablagerungen, welche auf den Aleutischen Inseln und am Oberlaufe des Amur unserem Gebiete verhältnissmässig nicht allzu fern liegen. Allein in der ganzen Entwicklungsart zeigt sich nicht die geringste Übereinstimmung, keine Spur von Aucellen, von *Cardioceras* von den zahlreichen anderen charakteristischen Typen des borealen Juragebietes ist vorhanden, während in der ausgezeichneten Entwicklung von stockbildenden Korallen und von echten Korallenkalken eine Eigenthümlichkeit hervortritt, welche dem borealen Jura durchaus fremd ist. Wir können also mit Sicherheit behaupten, dass die nordische Entwicklung nicht nach Japan reicht.

Etwas schwieriger ist die Entscheidung, ob die japanischen Ablagerungen mehr Verwandtschaft mit denjenigen der nördlich gemässigten (z. B. der mitteleuropäischen), oder mit denen der tropischen Region zeigen. Es ist das wohl wesentlich eine Folge der noch ziemlich geringen Artenzahl, welche aus Japan vorliegt. Alle Arten ohne Ausnahme passen vollständig in die Entwicklung der nördlich gemässigten Zone und es fehlen alle charakteristischen Typen der tropischen Entwicklung; so gewichtig aber ein solches Verhalten für die Beurtheilung dieser Frage erscheinen müsste, wenn eine grosse Zahl von Arten vorläge, so ist doch die Möglichkeit einer Täuschung bei der geringen Menge von Formen, die wir kennen, nicht vollkommen ausgeschlossen. Allerdings kommt dazu noch ein weiterer Anhaltspunkt; der einzige Ammonit, den wir aus Japan kennen, gehört einer Gattung an, welche in Mitteleuropa weitaus ihre stärkste Entwicklung zeigt, in der alpinen Region dagegen sehr viel schwächer vertreten ist. Aus diesen Gründen werden wir daher sagen dürfen, dass der japanische Jura mit dem mitteleuropäischen weit näher verwandt ist, als mit dem alpinen oder mit einem anderen Gliede der äquatorialen Zone, und dass daher, wie das nach der geographischen Lage vorauszusetzen war, die japanische Meeresregion zur Jurazeit dem grossen homoiozoischen Gürtel der nördlich gemässigten Zone angehörte. Es bedarf wohl kaum einer ausführlichen Erörterung, um zu zeigen, wie sehr diese Übereinstimmung der thatsächlichen Verhältnisse mit den theoretischen Voraussetzungen eine Bestätigung der letzteren bildet.

Endlich darf noch daran erinnert werden, dass, wie schon an einer anderen Stelle hervorgehoben wurde, Japan während der Jurazeit stets der Meeresküste nahe gelegen haben muss; die pflanzenführenden Schichten zeigen vielfach brackischen Charakter, und auch die marinen Bildungen müssen ihrer ganzen Beschaffenheit nach nicht weit vom Strande abgelagert worden sein.

Inhalt.

Seit

I. Geologische Beschreibung des Berglandes von Shikok von E. Naumann 1
1. Allgemeine Beschreibung 1
2. Die Mulde des Katsuragawa 10
3. Das Hügelland von Riosekimura 12
4. Das Becken von Sakawa 14
5. Die Spiegelfelsen 19

II. Foraminiferen aus dem Kalksteine von Torinosu und Kompira von Matajiro Yokoyama 26

III. Beschreibung von Coelenteraten, Echinodermen und Mollusken aus dem japanischen Jura von M. Neumayr . . . 27

IV. Das Alter der japanischen Juraablagerungen von M. Neumayr 37

Tafelerklärung.

TAFEL I.

Kartenskizze des Hügellandes von Riosekimura nach Originalaufnahmen von Dr. E. Naumann. Massstab 1 : 15000.

TAFEL II.

Kartenskizze des Beckens von Sakawa nach Originalaufnahmen von Dr. E. Naumann. Massstab 1 : 50000.

TAFEL III.

Profil durch das Becken von Sakawa von Dr. E. Naumann. Massstab 1 : 25000.

TAFEL IV.

Fig. 1. *Cyrena lithocardium* Neum. n. f. Theilweise beschaltes Exemplar der linken Klappe; von Yanagidani, Menuki, Katsuragori, S. 34.
„ 2. *Cyrena gravida* Neum. n. f. Etwas zerdrücktes Schalenexemplar; ebendaher. S. 34.
„ 3. *Cyrena Naumanni* Neum. n. f. Schalenexemplar; ebendaher. S. 33.
„ 4. *Cyrena Naumanni* Neum. n. f. Schloss der rechten Klappe; der vordere Cardinalzahn nach einem zweiten Präparate restaurirt; ebendaher. S. 33.
„ 5. *Turritella* sp. von Kaisekiyama, Minomura, Tosa. S. 35.
„ 6. *Purpuroidea (?)* sp. Ebendaher. S. 35.
„ 7. *Chaetetopsis crinita* Neum. n. f. Stock in natürlicher Grösse; aus dem Korallenkalke von Iwaso Konpira. S. 28.
„ 8. *Chaetetopsis crinita* Neum. n. f. Längsschliff in etwa 30facher Vergrösserung. An einer Stelle ist die Neubildung einer Zelle durch Neubildung bemerkbar; aus dem Korallenkalke von Torinosuyama. S. 28.
„ 9. *Chaetetopsis crinita* Neum. n. f. Querschliff in etwa 30facher Vergrösserung; einzelne Zellen zeigen sich in Theilung begriffen; ebendaher. S. 28.
„ 10. *Chaetetopsis crinita* Neum. n. f. Querschliff in etwa 30facher Vergrösserung; einzelne Zellen zeigen Erscheinungen der Randknospung;[1] ebendaher. S. 28.

TAFEL V.

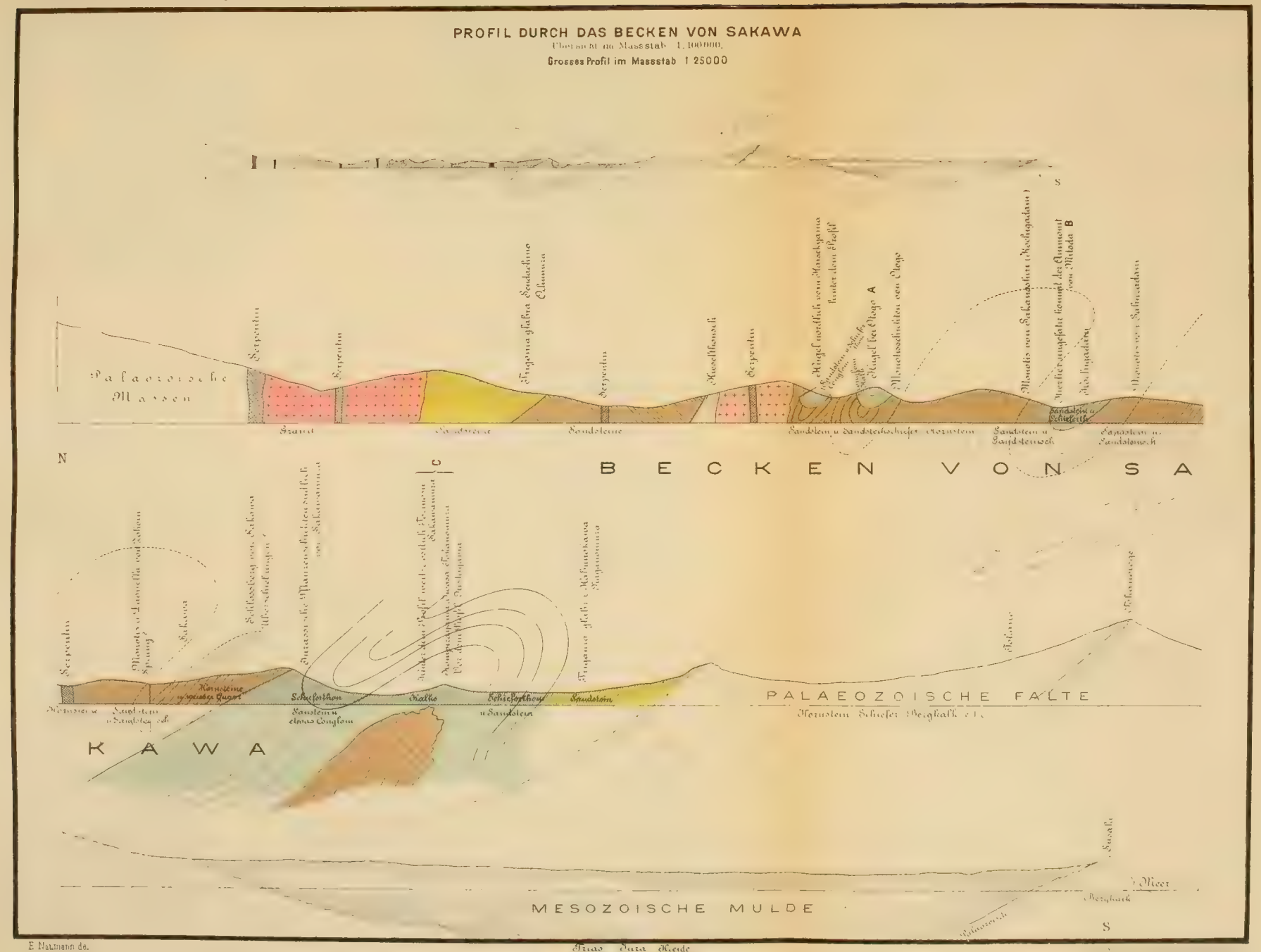
Fig. 1. *Harpoceras Japonicum* Neum. n. f. Fragment eines Steinkernes; Flankenansicht; aus dem gelbbraunen Sandsteine von Mitoda. S. 35.
„ 2. *Harpoceras Japonicum* Neum. n. f. Bruchstück desselben Exemplares von der Externseite. S. 35.
„ 3. *Harpoceras Japonicum* Neum. n. f. Lobenlinie desselben Exemplares. S. 35.
„ 4. *Terebratula bisuffarcinata* Zieten. Exemplar aus dem Korallenkalke von Kotaki, Tokanomura; in mehreren Ansichten. S. 33.
„ 5. *Rhynchonella Haradai* Neum. n. f. Exemplar vermuthlich aus dem gelbbraunen Sandsteine von Kaisekiyama; in mehreren Ansichten. S. 32.
„ 6. *Convexastraea orientalis* Neum. n. f. Theil eines Korallenstockes aus dem Korallenkalke von Kamomura Mitoda in natürlicher Grösse. S. 30.
„ 7. *Cyclammina lituus* Matajiro n. f. Aus dem Korallenkalke von Kompira; in 50facher Vergrösserung. S. 26.
„ 8. *Pulvinulina (?)* sp. Aus dem Korallenkalke von Torinosu; in 50facher Vergrösserung. S. 27.
„ 9. *Textularia* cf. *cordiformis* Schwager. Aus dem Korallenkalke von Torinosu; in 50facher Vergrösserung. S. 26.

[1] Der Schliff, welcher die Erscheinungen der Randknospung weitaus am besten zeigte, ging leider durch einen Zufall verloren.

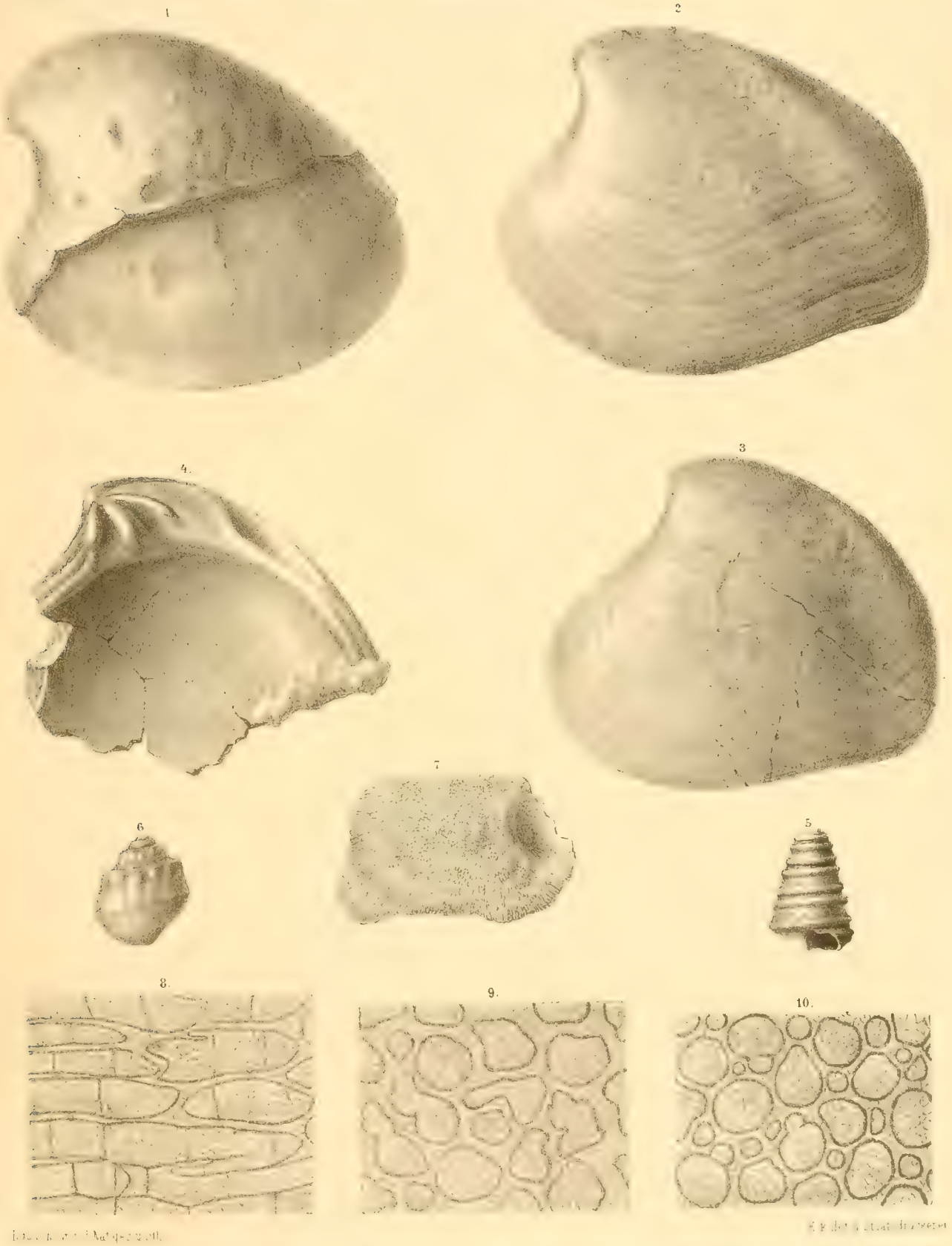
DIE MESOZOISCHEN HÜGEL
von
RIOSEKI
Gosodonomine
330 met. üb. Rioseki
Yasubagamine
Conglomerate
Oatani
Shishizaki
Kataji
Conglomerat
Ishiseki
Ueno
Nonoue
Hoki
Jichu
Rioseki
Haginodani
Bivalven u. Hamites
Hakanodani
Gelbe Schieferthone
Schieferthone mit Sandsteinbänken
Katabukushi
Yakio
Gosbigamori
Pflanzensch.
Trigonia
Naka Minodani
Bivalven u. Gasteropoden
Okamunodani
Shinjoyama
376 met. üb. Rioseki
Takido
Kohle im Liegenden Bivalvensteinkerne
Graue Sandsteine v. Idumushi mit Trigonia scabra

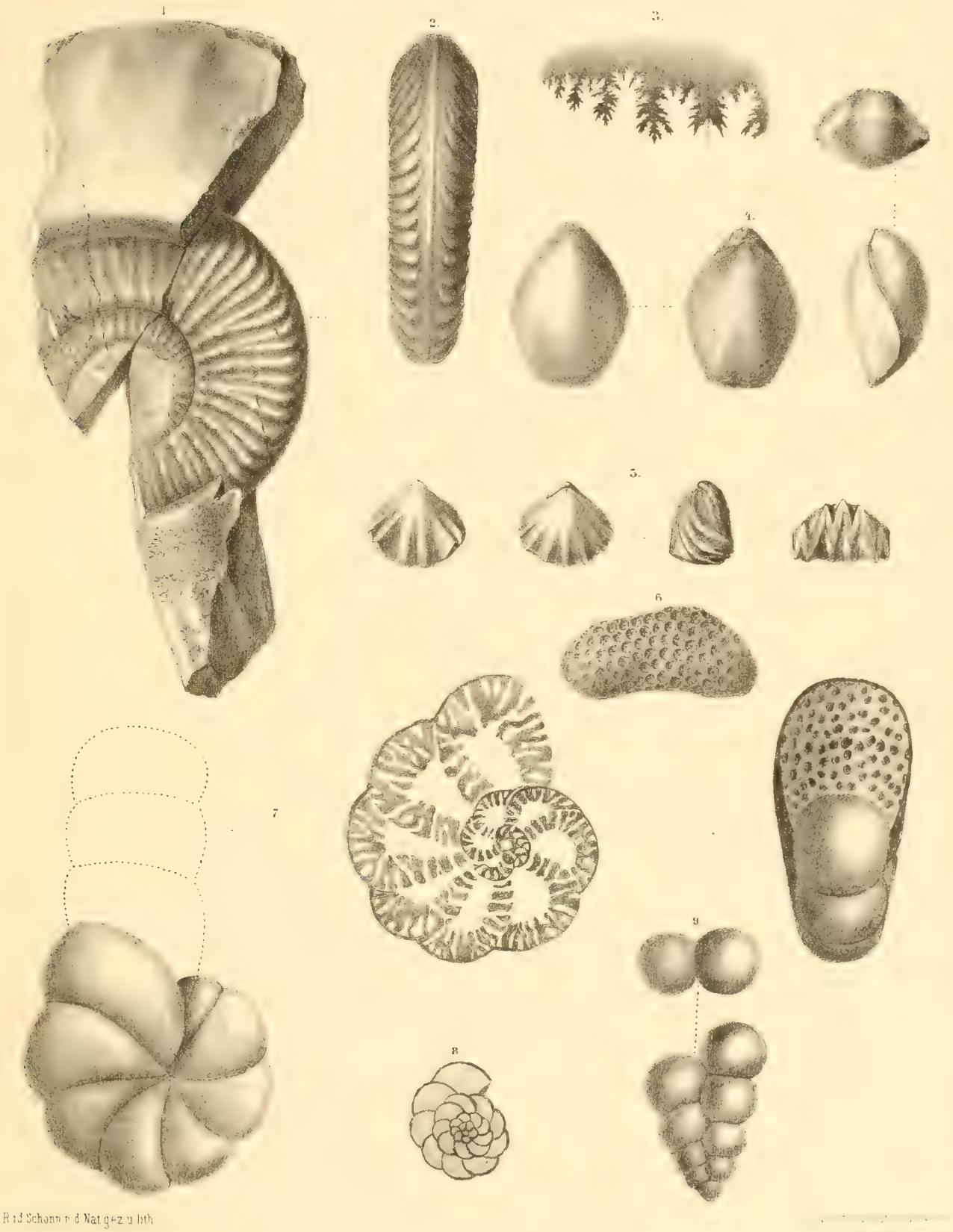
E. Naumann del

Lith. Anstalt v. J. Berger, Wien, Florisdorf.



E. Naumann del.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Classe, Bd. LVII.

BEITRÄGE

ZUR

MESOZOISCHEN FLORA JAPAN'S.

VON

Prof. Dr. A. G. NATHORST

IN STOCKHOLM,

C. M. K. AKAD.

(Mit 6 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 21. NOVEMBER 1889.

Einleitung.

Während seiner Reisen in Japan, um die Geologie dieses interessanten Landes zu erforschen, hatte Dr. Edmund Naumann auf der Insel Shikoku auch einige pflanzenführende Lager entdeckt. Die von denselben entnommenen Pflanzenfossilien wurden später durch Kauf für die phytopaläontologische Abtheilung des naturhistorischen Reichsmuseums in Stockholm erworben, und die Beschreibung dieser Flora ist der Gegenstand für die vorliegende Abhandlung.

Bevor ich aber zur Beschreibung der Pflanzen und zu den Schlussfolgerungen über das geologische Alter der pflanzenführenden Ablagerungen, welche von den erwähnten Fossilien gezogen werden können, übergehe, dürfte es zweckmässig sein, einige Auszüge aus der Mittheilung Naumann's (München am 10. April 1888 datirt) über die geologischen Verhältnisse der Gegend hier vorauszuschicken.

Diese briefliche Mittheilung war ursprünglich ausführlicher; da Naumann aber inzwischen seine Beobachtungen veröffentlicht hat,[1] so kann ich mich hier zu den Angaben über die pflanzenführenden Lager selbst beschränken, obschon es auch dabei unmöglich ist, einige Wiederholungen zu vermeiden. Die Buchstaben finden sich auf Naumann's Karte (Tafel I der erwähnten Abhandlung) wieder.

„Wie Ihnen meine Darstellung zeigt, gibt es in der Gegend von Rioseki eine ganze Reihe pflanzenführender Schichten, so dass gerade in diesem Territorium genauere Untersuchungen zu den wichtigsten Resultaten für die Paläophytologie führen könnten."

„Bei *A* zu Nonoue kommt zunächst eine pflanzenführende Schichte von 35 *cm* Mächtigkeit vor. Das Nebengestein ist gelber Sandstein, in Zersetzung begriffen. Die verhältnissmässig harten Pflanzenschiefer streichen OW bis N 70° O, fallen 65° S."

„Im Flussbett bei *B* stehen zu Takaseki von neuem Pflanzenschiefer an, schwarz, verschieden im Gestein von den vorigen, mit einer Mächtigkeit von 67 *cm*, streichen OW, auf dem Kopfe."[2]

[1] E. Naumann und M. Neumayr, Zur Geologie und Paläontologie von Japan. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Classe, Bd. LVII. Wien 1889.

[2] Von dieser Localität liegen keine Pflanzenfossilien vor.

„Ein sehr schönes Profil zeigt sich nun an der Brücke von Torikubi (*D*) und von hier stammen auch einige der Ihnen übersandten Pflanzenversteinerungen. Die pflanzenführenden Schichten gehen hier durch eine Sedimentmasse von nicht weniger als 24 *m* Mächtigkeit."

„Bei *E* tritt wieder eine ganze Reihe von Pflanzenschichten auf. Es scheinen dieselben Schichten wie an der Brücke zu sein. Vom Punkte *E* (Kataji) rühren eine Anzahl der Pflanzenreste her. Sie sind den im Flussbett aufragenden Felsen entnommen."

„Oben auf der Höhe von Ootani (*G*) macht sich die Pflanzenschicht von neuem bemerkbar; das Ausgehende hier correspondirt wohl mit *E*."

„Durch einen erstaunlichen Reichthum an sehr schön erhaltenen Pflanzenresten zeichnen sich die Schichten von Togodani (bei *S*) aus. Ähnlich wie bei Torikubi (*D*) liegt hier eine lange Reihe von Schichten vor, in welchen Pflanzen begraben liegen."

„Nach meiner Auffassung ist *A* die jüngste der Pflanzenschichten; die Reihe bei *D* ist älter, *E* der älteste tiefste Horizont. Haginodani, Yakio halte ich für identisch mit *D*; Togodani, Yakio für identisch mit *E*." [1]

So weit die Mittheilungen Dr. Naumann's. Wie wir später erfahren werden, sprechen die Pflanzen doch eher dafür, dass der Horizont Togodani-Ootani-Kataji-Torikubi (*S-G-E-D*) der jüngste ist, insofern man überhaupt nach den vorliegenden Materialien urtheilen kann. Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Arten über und nehme dabei eine jede Localität für sich, was aus mehreren Gründen am zweckmässigsten sein dürfte. Da Togodani die reichste Flora geliefert hat, dürfte es angemessen sein mit derselben zu beginnen. Leider sind die Farne gewöhnlich auf solche Weise aufbewahrt, dass man im Allgemeinen die Nervation ihrer Blätter nicht beobachten kann.

Beschreibung der Arten.

Togodani, Yakiomura, Provinz Tosa.

Die Pflanzen dieser Localität liegen theils in einem harten, plattenförmig abgesonderten Gestein, theils in einem dunkelgraugrünen Sandstein.

1. ***Onychiopsis elongata*** Geyler sp.

Thyrsopteris elongata Geyler, Über fossile Pflanzen aus der Juraformation Japans, S. 224, Taf. XXX Fig. 5; Taf. XXXI, Fig. 4, 5. Palaeontographica, Bd. XXIV. 1877.

„ „ Schenk, Jurassische Pflanzen, S. 263, Taf. LIV, Fig. 1; in Richthofen, China, Bd. IV, zehnte Abhandlung. 1883.

Onychiopsis elongata Yokoyama, Jurassic plants from Kaga, Hida and Echizen, p. 27, Pl. II, Fig. 1—3; Pl. III, Fig. 6 *d*; Pl. XII, Fig. 9, 10. 1889.

Nur ein kleiner, doch sicher bestimmbarer Abdruck dieses Farnes liegt auf der Rückseite desselben Stückes, welches *Nilssonia* cfr. *orientalis* Heer (Taf. I, Fig. 4) enthält. Wahrscheinlich stammt auch ein fructificirendes Exemplar ohne Etiquette von derselben Localität.

2. ***Cladophlebis*** sp.

Taf. I, Fig. 1—3.

Diese Art kommt hauptsächlich im graugrünen Sandstein vor und gehört zur Formengruppe der *Cl. whitbiensis* Brongn. Sie scheint jedoch nicht früher beschrieben zu sein und weicht auch durch die am Grunde

[1] Naumann hat in seiner erwähnten Arbeit ein Profil mitgetheilt, welches dieser Auffassung entsprechend gezeichnet worden ist.

verschmälerten Fiedern erster Ordnung von der erwähnten Art ab. Die ersten Fiederchen sind nämlich kleiner als die übrigen, was insbesondere auf Fig. 2 und 3 deutlich zu beobachten ist.

Das auf Taf. I, Fig. 3 abgebildete Stück, welches ohne Zweifel von derselben Art herrührt, zeigt das erste Fiederchen an der hinteren Seite der Fieder erster Ordnung sogar etwas auf der primären Rachis niedergerückt. Dieses Stück entbehrt der Etiquette, dürfte jedoch unzweifelhaft, nach dem Gestein zu urtheilen, entweder von Togodani oder von einer anderen Localität desselben Horizontes stammen.

Auf keinem Exemplare, weder von Togodani noch von den übrigen Localitäten, kann man die Nervation beobachten. Es dürfte demzufolge bis auf Weiteres das Zweckmässigste sein, die Pflanze ohne besondere Artbezeichnung aufzunehmen.

3. Cfr. ***Nilssonia orientalis*** Heer.

Taf. I, Fig. 4—5.

Nilssonia orientalis Heer, Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlandes, S. 18, Tat. IV, Fig. 5—9. Mém. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg, 7me sér., tome XXV, Nr. 6. Flora foss. arctica, vol. V.

„ „ Yokoyama, Jurassic plants from Kaga, Hida and Echizen, p. 40, Pl. XIV, Fig. 4—9.

Nur die beiden abgebildeten Stücke liegen vor. Die Blätter sind schief zusammengedrückt, und die Nervation ist meistens gänzlich verwischt. Doch ist dieselbe stellenweise auf dem in Fig. 4 abgebildeten Stück noch beibehalten, und sofern man davon urtheilen kann, dürfte die Pflanze zu *Nilssonia* gehören. Die Blätter stimmen in der That vollständig mit denen von *Nilssonia orientalis* Heer überein, welche zuerst von Heer aus Sibirien, dann von Yokoyama aus Japan beschrieben worden ist, und welche möglicherweise auch an der Küste von Yorkshire vorkommt.

4. ***Nilssonia*** cfr. ***schaumburgensis*** Dunker sp.

Taf. I, Fig. 6—9 *a*.

Pterophyllum schaumburgense Dunker, Über den norddeutschen Wälderthon. Programm der höheren Gewerbeschule in Cassel, 1843.

„ „ Goeppert, Über die fossilen Cycadeen etc. Übersicht der Arbeiten und Veränderungen d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur im Jahre 1843. Breslau 1844, S. 136.

„ „ Dunker, Monographie d. norddeutsch. Wealdenbild. Braunschweig 1846, S. 15, Taf. I, Fig. 7; Taf. II, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 5—10.

„ „ Ettingshausen, Beitr. z. näheren Kenntn. d. Flora d. Wealdenperiode, S. 22. Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. Bd. I, Abth. 3, Nr. 2, 1852.

Anomozamites schaumburgensis Schimper, Traité de paléont. végét. Bd. II, 1870—1872, p. 141.

„ „ Schenk, Die Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation, S. 231, Taf. XXXIII, Fig. 1—9. Palaeontographica, Bd. XIX. 1871.

„ „ Schimper, Paläophytologie in Zittel's Handb. d. Paläontologie, Bd. II, Lief. 2, S. 225, 1880.

Schon 1881 wurde von mir nachgewiesen,[1] dass *Pterophyllum schaumburgense* Dunker — *Anomozamites schaumburgensis* der späteren Autoren — eine *Nilssonia* sei. Die Segmente sind nämlich, wie schon Schenk richtig hervorgehoben hat, „mit ihrer ganzen Basis auf der Vorderseite des Blattstieles" angeheftet, und die Nervation stimmt auch vollständig mit jener von *Nilssonia* überein, was auch vom ganzen Habitus der Pflanze gilt. Die Art füllt demzufolge etwas von der Lücke aus zwischen den Arten der Jura und den tertiären Nilssonien aus der Insel Sachalin.

Blätter, welche mit der Art der deutschen Wealdenformation beinahe vollständig übereinstimmen, sind in gewissen Stücken von Togodani recht häufig, und zwar hauptsächlich auf denselben Platten, welche das unten erwähnte *Zamiophyllum Buchianum* Ett. sp. enthalten. Ich habe umsonst nach Merkmalen gesucht, durch welche die japanische Pflanze sich von der deutschen Art trennen könnte, dieselben scheinen im Gegentheil beinahe vollständig übereinzustimmen. Die bei Togodani gesammelten Blätter entsprechen aller-

[1] A. G. Nathorst, Berättelse om en vetenskaplig resa till Schweiz och Tyskland. Öfversigt af Vetenskaps Akademiens Förhandlinger, 1881, S. 82. Stockholm.

dings durchgängig den kleineren von Dunker und Schenk abgebildeten Formen, da sie aber mit diesen so gut wie vollständig übereinstimmen, ist kein Grund vorhanden, sie von der deutschen Art zu trennen, insbesondere da diese sehr variirt.

Fig. 9, vergrössert 9*a* zeigt einen Abdruck der oberen Seite des Blattes, und wie wir von demselben erfahren, sind die Segmente genau über der Mitte der Rachis inserirt. Die Nerven scheinen einfach zu sein, oder möglicherweise beim Austritt hin und wieder dichotomisch, was aber nicht sicher zu ermitteln ist. Die Breite der Blätter variirt zwischen 6*mm* und 13·5*mm*; die Segmente sind meistens rectangulär, doch kommen auch abgerundete vor; zuweilen sind die auf der einen Seite der Rachis etwas mehr abgerundet als auf der anderen, was möglicherweise nur eine Druckerscheinung ist. Es ist allerdings nicht zu verkennen, dass die japanische Pflanze durchschnittlich weniger abgerundete Segmente hat, als die von Deutschland abgebildeten Exemplare; da aber Schenk ausdrücklich bemerkt: „am häufigsten ist die Form mit kurzen quadratischen Segmenten," kann man die erwähnte Verschiedenheit kaum anders als zufällig betrachten, was wohl auch dem Umstande gilt, dass die Segmente bei den vorliegenden Exemplaren im Allgemeinen etwas mehr zusammengedrängt sind. Wenn aber solchergestalt die erwähnten Verschiedenheiten, recht wohl für individuell oder zufällig gehalten werden können, so habe ich jedoch die vollständige Identität der europäischen und japanischen Pflanzen nicht behaupten wollen, sondern durch „cfr." vor dem Artnamen die Möglichkeit angedeutet, dass es sich in der That um eine von *Nilssonia schaumburgensis* getrennten, obschon äusserst nahe stehenden Art handeln kann. Ich habe diese Bezeichnungsweise vor der Anwendung eines neuen Artnamens vorgezogen.

Betreffend Fig. 8 sei besonders erwähnt, dass hier möglicherweise zwei zufällig übereinander liegende Blätter scheinbar zu einem einzigen zusammengepresst sind.

Nilssonia schaumburgensis Dunker sp. ist im Hastingssandstein Deutschlands häufig und dürfte nach Schenk „zu den herrschenden Pflanzen der Wealdenformation gehört haben."

5. *Zamiophyllum Buchianum* Ettingshausen sp.

Taf. II, Fig. 1—2; Taf. III; Taf. V, Fig. 2.

Pterophyllum Buchianum Ettingshausen l. c. S. 21, Taf. I, Fig. 1. 1852.
„ „ Schenk, Die fossilen Pflanzen der Wernsdorfer Schichten in den Nord-Karpathen. 1869, S. 8, Taf. III, Fig. 5. Palaeontographica, Bd. XIX.
Dioonites Buchianus Schimper, Traité de paléont. végét. II, p. 149. 1870. Paläophytologie, S. 223; in Zittel's Handb. der Paläontologie, Bd. II. 1880.

Diese Art wurde zuerst von Ettingshausen in seinem „Beitrag zur Flora der Wealdenperiode" aufgestellt, und später wurde dasselbe Stück von Schenk, in dessen Arbeit über die Pflanzenfossilien der Wernsdorferschichten in den Nordkarpathen, wieder beschrieben und abgebildet. Das Stück rührte nämlich nicht, wie Ettingshausen angenommen hatte, vom Wealden, sondern von den Urgonablagerungen her. Nach Schenk war ausser dem abgebildeten Exemplar nur noch ein zweites, weniger vollständig erhaltenes gefunden. Die Art wurde von Bornemann, Miquel und Schimper zu *Dioonites* gebracht, was mir aber nicht gelungen scheint. Es dürfte nämlich das Zweckmässigste sein, nur solche Blätter zu *Dioonites* zu führen, deren Fiedern an der Vorderseite der Rachis eingefügt, ziemlich winkelrecht gegen diese gestellt und dazu mit ihrer ganzen Breite angeheftet sind („non rétrécies à la base", Schimper, Traité). Bei der vorliegenden Art sind aber die Fiedern gegen die Basis etwas verschmälert, was freilich nicht so deutlich auf dem von Europa beschriebenen Exemplar zu beobachten ist, und ihre Richtung weicht auch gänzlich von der der echten Diooniten ab. Wenn wir ferner zu *Pterophyllum* nur jene Blätter bringen, deren lineale Fiedern, auf der Seite der Rachis mit ihrer ganzen Breite angeheftet, unter etwa rechtem Winkel abstehen und deren Spitze abgerundet oder abgestutzt ist, so kann die vorliegende Pflanze auch nicht zu *Pterophyllum* gebracht werden. Dieselbe weicht in der That so sehr von den übrigen bisher bekannten fossilen Cycadeen ab, dass sie als Typus einer von denselben getrennten Gattung wohl betrachtet werden darf. Es erscheint mir dabei nicht unmöglich, dass die Art in der Wirklichkeit zur lebenden Gattung *Zamia* gehören könnte; da aber dies nicht von den Blättern

allein ermittelt werden kann, dürfte der Gattungsname *Zamiophyllum* als zweckmässig vorgeschlagen werden können.

Unter diesem Namen fasse ich demzufolge solche fossile Cycadeenblätter zusammen, deren lange Fiedern vorwärts gerichtet, gegen die Basis etwas verschmälert, auf den Seiten der Rachis angeheftet, lineal und parallelnervig sind; sie scheinen auch an der Anheftungsstelle schwielig verdickt zu sein. Unter den lebenden Cycadeen, welche im Stockholmer Herbar vertreten sind, hat z. B. *Zamia media* Jacq. eine etwa ähnliche Tracht, obschon freilich die Fiedern bei dieser mehr rechtwinkelig heraustreten.

Die oberen Fiedern sind, wie die Abbildungen zeigen, relativ sehr schmal, während sie nach unten breiter werden. Die Breite derselben variirt auf solche Weise zwischen 3 *mm* und 13 *mm*; die längste, die ich wahrgenommen habe, war 260 *mm* lang, ohne bei weitem vollständig zu sein, mit einer Breite von 4—6 *mm*. Die Nerven sind bei mehreren noch zu beobachten; bei einer Fieder von 3·5 *mm* Breite war die Zahl der Nerven 12, bei einer solchen von 6 *mm* 17, bei 8 *mm* 22. Andere Messungen haben bei 6 *mm* Breite einmal 17, ein andermal 19, bei 7 *mm* 20 Nerven ergeben. Diese treten wie parallele Leisten auf (Taf. II, Fig. 2); ein Randnerv oder ein verdickter Rand der Fieder war ganz gewiss vorhanden, wie man es auch auf Ettingshausen's und Schenk's Abbildungen beobachten kann. Dass die Fiedern an ihrer Basis schwielig verdickt waren, scheint insbesondere aus den auf Taf. II und V abgebildeten Exemplaren deutlich hervorzugehen.

Die Pflanze ist im plattenförmig abgesonderten Gestein bei Togodani häufig (zusammen mit *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis*) und kommt auch, wie wir später sehen werden, auf einigen der anderen Localitäten vor.

6. ***Zamiophyllum Naumanni*** n. sp.

Taf. V, Fig. 1.

Das Stück, welches die betreffende Pflanze enthält, ist zwar ohne Etiquette; nach dem Gestein zu urtheilen, dürfte dasselbe jedoch von Togodani oder wenigstens von einer anderen Localität desselben Horizontes stammen. Das Blatt weicht durch seine weniger spitzwinkelig angehefteten Fiedern ab; dieselben sind ferner gegen die Basis relativ breit.

Es wäre dessenungeachtet wohl möglich, dass wir nur mit dem unteren Theile des Blattes von der vorigen Art zu thun haben. Dass es sich wirklich um ein *Zamiophyllum* handelt, scheint aus der Anheftungsweise der Fiedern auf der rechten Seite des Blattes deutlich hervorzugehen, während die Anheftung jener auf der linken durch Zusammenpressung undeutlich geworden ist. Die Fiedern scheinen übrigens nicht eine flache Ebene eingenommen zu haben, sondern etwas quer gegen die Rachis gestellt zu sein. Die Nervation ist meistens gänzlich verwischt; man sieht nur, dass die feinen Nerven parallel laufen.

Das Blatt erinnert etwas an *Zamites Schenkii* Schimper (*Zamites Goepperti* Schenk) aus den Wernsdorferschichten.

7. Ein Coniferenrest

liegt endlich auch von dieser Localität vor. Derselbe ist aber nicht bestimmbar, obschon man doch sehen kann, dass es sich um eine Pflanze von *Palaeocyparis-* oder *Brachyphyllum*-ähnlicher Tracht handelt.

Die von Togodani beschriebenen Pflanzen kommen nicht alle mit einander vermischt vor. *Zamiophyllum Buchianum* und *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis* liegen, wie schon erwähnt, in einem dickplattigen Gestein massenhaft zusammen. In diesem kommt auch der erwähnte Coniferenrest vor. *Cladophlebis* liegt in einem dunkelgrünlichgrauen Gestein, und in einem ähnlichen kommen auch cfr. *Nilssonia orientalis* Heer und *Onychiopsis elongata* Geyler sp. vor.

Es ist somit die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die beiden erstgenannten Pflanzen von einem etwas höheren Niveau stammen können, um so mehr da Dr. Naumann besonders erwähnt hat, dass „eine lange Reihe" von pflanzenführenden Schichten hier vorliegen.

Ootani, Riosekimura, Provinz Tosa.

In ostnordöstlicher Richtung von Togodani liegt Ootani, etwa in der Streichung der Schichten. Die wenigen Stücke, welche von dieser Localität stammen, bestehen aus einem grünlichen Sandstein, etwa wie das *Cladophlebis*-Gestein der vorigen Localität, obschon mit Andeutung von Schiefrigkeit. Ein Stück enthält *Zamiophyllum Buchianum*, ein anderes *Onychiopsis elongata*. In einem dritten Stück, welches möglicherweise auch von hier stammen dürfte, liegt neben *Zamiophyllum Buchianum* ein *Palaeocyparis*-ähnlicher, aber unbestimmbarer Abdruck.

Kataji, Riosekimura, Provinz Tosa.

Von dieser Localität liegen mehrere Stücke vor, die meisten einem schwarzen, harten, etwas schiefrigen Gestein angehörend, doch auch ein paar Stücke des *Cladophlebis*-Gesteines.

1. ***Onychiopsis elongata*** Geyler sp. (vergl. oben S. 4).

Ein Exemplar dieser Art liegt auf einer grossen Platte mit *Zamiophyllum Buchianum* zusammen.

2. ***Cladophlebis*** sp.

Dieselbe Art, welche schon von Togodani erwähnt worden ist, auch hier in einem vollkommen ähnlichen Gestein vorkommend. Nur zwei Stücke.

3. ***Pecopteris Geyleriana*** n. sp.

Taf. IV, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 1.

Die Blätter dieser Pflanze bedecken die meisten Stücke des schwarzen, schiefrigen Gesteines von Kataji, leider ist aber ihre Erhaltung keine gute. Das Blatt Taf. IV, Fig. 1, stellt das grösste Exemplar der doppelt gefiederten Blätter dar. Wie wir auf demselben sehen, war die Rachis sehr stark und die Fiedern waren sehr dicht gestellt.

Diese tragen vorwärtsgebogene relativ schmale, stumpfe Fiederchen, deren vordere Seite etwas geohrt zu sein scheint. Das Exemplar Taf. VI, Fig. 1, zeigt ausserdem, dass die untersten Fiederchen einer jeden Fieder auch rückwärts, gegen die primäre Rachis hin, geohrt waren. Von der Nervation ist nichts ausser dem Mittelnerv wahrzunehmen, und eine nähere generische Bestimmung der Pflanze wird demzufolge nicht möglich.

Auf Taf. IV, Fig. 1 sehen wir die Fiederchen der untersten Fieder rechts etwas verlängert und am Rande etwas gekerbt. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass die Blätter unten dreifach gefiedert waren. Wenn das wirklich der Fall gewesen ist, so könnte auch das Exemplar Taf. IV, Fig. 2 hierher gehören. Wir hätten hier dann drei Fiedern, von welchen die oberste nur ein wenig mehr getheilte Fiederchen hätte als die unterste Fieder auf Taf. IV, Fig. 1. Doch bleibt die Zusammengehörigkeit dieses Exemplares mit *Pec. Geyleriana* immerhin noch zweifelhaft.

Dass die Blätter von *Pecopteris Geyleriana* in der That sehr gross gewesen sind, scheint auch aus den vorliegenden, wahrscheinlich hieher gehörenden Blattstielresten hervorzugehen, welche bis 25 *mm* dick sein können. Es wäre demzufolge nicht unmöglich, dass es sich um einen Baumfarn handeln könnte, und dass das Exemplar Fig. 1, Taf. VI, in der That eine Fieder erster Ordnung darstellt. Unter solchen Umständen wäre es wohl auch möglich, dass das Exemplar Taf. IV, Fig. 6 hieher gehören könnte. Es hat freilich mit Geyler's *Pecopteris exiliformis*[1] (Yokoyama's *Pecopteris exilis*) eine sehr grosse Ähnlichkeit; da man aber die Zusammengehörigkeit mit der einen oder der andern Art nicht beweisen kann, habe ich es vorgezogen, dasselbe bis auf Weiteres unbestimmt bleiben zu lassen.

Neben den abgebildeten Exemplaren kommen auch einige andere vor, deren Fiederchen etwas mehr zusammengezogen und schmäler sind.

---

[1] Th. Geyler, Über fossile Pflanzen aus der Juraformation Japan's, l. c. S. 226, Taf. XXX, Fig. 1 *a*.

Ferner liegen unter den sterilen Blättern zerstreut auch einige Reste, die wahrscheinlich Fragmente der fertilen Blätter sind. Solche Reste sind in Fig. 3—5 auf Taf. IV abgebildet worden und sind durch eine Reihe von rundlichen Erhöhungen auf jeder Seite des Leitbündels ausgezeichnet. Mehr kann man eigentlich nicht sagen; ob wir hier mit *Onoclea-* oder *Laccopteris*-ähnlichen Fructificationen zu thun haben, wage ich nicht zu entscheiden.

Da die Nervation, wie schon erwähnt, nicht zu beobachten ist, so kann man keine bestimmte Schlussfolgerungen betreffend die Verwandtschaft unserer Pflanze mit schon beschriebenen ziehen. Wir wissen ja sogar nicht, ob die Nervation eine *Pecopteris*-ähnliche ist, ja es wäre sogar nicht unmöglich, dass es sich in der That um eine mit *Lonchopteris Mantelli* verwandte *Lonchopteris* handeln könnte. Dass ich dessenungeachtet die Pflanze unter einem besonderen Namen aufgenommen habe, beruht darauf, dass sie zu charakteristisch ist, um mit einer anderen Art verwechselt werden zu können. Es ist auch ganz gewiss, dass die Art nicht schon beschrieben worden ist.

Eine entfernte Ähnlichkeit mit unserer Pflanze scheint *Asplenites klinensis* Trautschold [1] von dem Klin'schen Sandstein bei Moskwa darzubieten, d. h. wenn die Figuren 2—4 auf Trautschold's Tafel XX wirklich zu dieser Art gehören. Bei seiner Fig. 2 sehen wir das unterste Fiederchen einer jeden Fieder gekehrt, gänzlich wie bei unserer Fig. 1 auf Taf. VI; dazu sind auch bei *Pecopteris Geyleriana* die Fiederchen auf jeder Seite einer Fieder nicht ganz in derselben Ebene gestellt, obschon die Verschiedenheit bei weitem nicht so gross wie bei der Kreidepflanze ist, sondern vielmehr hier nur als eine erste Andeutung einer solchen Stellung auftritt. *Asplenites klinensis* wird bekanntlich mit *Weichselia Ludovicae* Stiehler als identisch betrachtet. Obschon nur eine entfernte habituelle Ähnlichkeit mit *Pecopteris Geyleriana* vorhanden ist, so wäre es wohl nicht unmöglich, dass es sich um eine generische Verwandtschaft handeln könnte, was jetzt nicht zu entscheiden ist, umsomehr da auch bei *Weichselia* die Nervation bisher unbekannt geblieben ist. [2]

4. ***Nilssonia*** cfr. ***schaumburgensis*** Dunker sp. (vergl. oben S. 5).

Von dieser Art liegt nur ein einziges Exemplar vor und dies in demselben Stück wie ein

5. ***Zamiophyllum Buchianum*** Ettingshausen sp. (vergl. oben S. 6).

Diese Art liegt in mehreren Exemplaren vor, und zwar theils mit Fragmenten der Blätter selbst, theils mit in ihrer ursprünglichen Stellung zusammenliegenden Fiedern. Betreffend einige von diesen, deren Breite etwa 12 *mm* beträgt, könnte es sich wohl um eine neue Art oder *Z. Naumanni* handeln. Das beste Exemplar von *Zamiophyllum Buchianum* ist eine etwa 300 *mm* lange Endspitze eines Blattes mit 20 Fiedern, von welchen die oberste nur 3 *mm* breit ist, während die grösste Breite der 19. Fieder etwa 9 *mm* beträgt. Diese ist beinahe vollständig, 300 *mm* lang, und wird gegen ihre Spitze, in deren Nähe die Breite kaum 3 *mm* beträgt, allmählich schmäler.

---

[1] H. Trautschold, Der Klin'sche Sandstein. Nouv. mém. de la soc. Imp. des natur. Moscou. Tome. XIII (XIX). 1860.

[2] Es scheint mir nämlich zweifelhaft, ob Trautschold's Angaben über die Nervation sich auf diese Pflanze beziehen. Nachdem Obiges schon niedergeschrieben worden war, habe ich ein Exemplar einer *Weichselia* untersuchen können und bin dabei zu ziemlich unerwarteten Resultaten gelangt. Das Exemplar gehört der Universität Rostock und ist von Professor E. Geinitz, welchem ich die Möglichkeit dieser Untersuchung verdanke, als *Cladophlebis nebbensis* Brongn. sp. in einem angeblichen Geschiebe von Hörsandstein beschrieben worden. (Archiv. Mecklenburg 1882, S. 50.) Sowohl die Artbestimmung der Pflanze, wie die Bestimmung des Geschiebes erweisen sich jedoch als unrichtig. Die Pflanze ist eine *Weichselia*, und das Geschiebe stammt nicht von Hör, sondern vom Kreidesandstein in Bleking, welcher neuerdings von Dr. N. O. Holst entdeckt worden ist. Die Nervation ist beim vorliegenden Exemplar glücklicherweise erhalten, und dieselbe weist der Pflanze ihren Platz bei *Lonchopteris* an. Diese Nervation ist übrigens schon von Auerbach (Bull. Soc. Nat. Moscou. Tome XIX, part. 1—2, p. 497, pl. IX, fig. 3) angedeutet worden. Nach einem Citate von Trautschold soll übrigens schon Eichwald in seiner Geognosie (russisch) die Pflanze mit *Lonchopteris Mantelli* Brongniart verglichen haben. In Lethaea rossica aber sagt Eichwald davon nichts.

6. *Podozamites lanceolatus latifolius* Schenk sp.

Taf. IV, Fig. 7.

Podozamites lanceolatus latifolius Heer, Beiträge zur Juraflora Ostsibiriens und des Amurlandes, S. 109, Taf. XXVI, Fig. 5, 6, 8 *b, c.* Mém. de l'Acad. Imp. des sciences de St. Pétersbourg. Tome XXII, Nr. XII. 1876.
Flora fossilis arctica, Vol. IV.
„ „ „ Yokoyama, l. c. p. 48, Pl. IV, Fig. 1 *c*; Pl. V, Fig. 1; Pl. VI, Fig. 1.

Nur das abgebildete Stück liegt vor. Obschon die Spitze der Fieder fehlt, dürfte die Zusammengehörigkeit mit der als *latifolius* von Heer beschriebenen Varietät des *Podozamites lanceolatus* Lindley kaum zu bezweifeln sein.

Torikubi, Riosekimura, Provinz Tosa.

Die von dieser Localität (von der Brücke über Torikubi, *D*) stammenden Stücke sind zum Theil ganz ähnlich dem schwarzen Gestein von Kataji, zum Theil etwas weicher, grünlichgrau. In jenen kommen Fragmente einer *Sph.* cfr. *Goepperti* Dunker von Riosekimura (s. unten) ähnlichen *Sphenopteris* vor, ebenso wie Bruchstücke von *Pecopteris Geyleriana* und *Zamiophyllum Buchianum*. Die letztgenannte Art ist auch im grünlichgrauen Gestein enthalten und zwar zusammen mit einem Abdruck, welcher wahrscheinlicherweise zu *Nilssonia* cfr. *orientalis* Heer gehören dürfte, obschon freilich diese Bestimmung nur per analogiam geschieht und demzufolge unsicher bleibt, da gar nichts von der Nervation erhalten worden ist.

(Ueno, Riosekimura, Provinz Tosa.

Einige Stücke ohne Etiquetten, mit Tinte aber „Uyeno" bezeichnet liegen vor.[1] Dieselben enthalten mehrere Exemplare der oft erwähnten *Cladophlebis*-Art und zwar im ganz ähnlichen Gestein wie vorher. Sie kommen hier zusammen mit Fragmenten von *Zamiophyllum Buchianum* vor).

Ueno, Riosekimura, Nagaokogori, Provinz Tosa.

Von dieser Fundstätte, welche wahrscheinlicherweise sich auf die auf der Karte mit *A* bezeichnete Localität bezieht, liegen einige von Herrn S. O. Nishiyama gesammelte Stücke eines gelben Gesteins vor, welches zum Theil als ein feinkörniger Sandstein oder Tuff aussieht, zum Theil aber mehr thonhaltig und schiefrig ist. Die Pflanzenreste sind schlecht erhalten.

1. *Lycopodites* sp.

Taf. II, Fig. 3.

Beim Zerschlagen eines Stückes Sandsteins kamen mehrere Reste zum Vorschein, die ohne Zweifel einer Lycopodiacee angehören. Dieselben können mit *Lycopodites tenerrimus* Heer[2] verglichen werden, sind aber nicht auf die Art hin bestimmbar.

2. *Onychiopsis elongata* Geyler sp. (vergl. oben S. 4).

Ein einziges Exemplar mit sehr schmalen Fiederchen (etwa wie Yokoyama's Pl. XII, Fig. 10), und welches demzufolge *Sphenopteris Mantelli* Brongn., die wohl auch eine *Onychiopsis* ist, sehr ähnelt, liegt von dieser Localität vor.

3. Unbestimmbarer Abdruck.

Taf. II, Fig. 4.

Die Nervation dieser Pflanze ist gänzlich verwischt, und eine Bestimmung ist demzufolge nicht möglich. Es scheint mir aber nicht ganz unwahrscheinlich, dass wir es mit einer von den breitblätterigen Formen der *Nilssonia schaumburgensis* zu thun haben könnten, was freilich nur eine Vermuthung ist.

---

[1] „Dass viele Stücke ohne Etiquetten sind," schreibt Dr. Naumann, „hat seinen Grund darin, dass ich nicht Alles selbst gesammelt habe. Vieles habe ich von Einwohnern der Gegend erhalten".

[2] Beiträge zur Juraflora Ostsibiriens etc., l. c. S. 42, Taf. XV, Fig. 1 *d*, 2—8.

4. Unbestimmbarer Abdruck.

Taf. II, Fig. 5.

Auch dieser Rest zeigt keine Nervation, und es bleibt somit unentschieden, ob es sich um einen *Podozamites*- oder einen Coniferenrest handelt.

Ausser den schon erwähnten Abdrücken liegen auch einige andere vor, die kaum etwas Anderes als Bruchstücke der Fiedern von *Zamiophyllum* darstellen können.

Riosekiomura, Yakio, Provinz Tosa.

Die drei Stücke, welche von dieser Localität stammen, bestehen aus einem grünlichgrauen sandstein- oder tuffähnlichen Gestein, welches folgende Pflanzenreste enthält:

1. ***Onychiopsis elongata*** Geyler sp. (vergl. oben S. 4).

Taf. V, Fig. 3.

Nur das abgebildete Exemplar, welches keine Nervation zeigt.

2. ***Sphenopteris*** cfr. ***Goepperti*** Dunker.

Taf. VI, Fig. 2, 3.

Sphenopteris Goepperti Dunker, Monographie der norddeutschen Wealdenbildung, S. 4, Taf. I, Fig. 6; Taf. IX, Fig. 1–3.
„ *Hartlebeni* Dunker, l. c. S. 4, Taf. IX, Fig. 3.
„ *longifolia* Dunker, l. c. S. 4, Taf. VIII, Fig. 6.
„ *Goepperti* Schenk, Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation, S. 209, Taf. XXV, Fig. 2–5; Taf. XXX, Fig. 2.

Die Abdrücke zeigen freilich keine deutliche Nervation, scheinen aber, insofern sie erhalten sind, vollständig mit *Sphenopteris Goepperti* Dunker übereinzustimmen.

Ausser den beiden erwähnten Resten kommt auch ein Abdruck vor, welcher an *Dicksonia gracilis* Heer erinnert, der aber zu schlecht erhalten ist, um auch annäherungsweise bestimmt werden zu können.

Haginodani, Yakiomura, Provinz Tosa.

Die von dieser Localität stammenden Stücke sind theils ein graugrünes hartes Gestein, etwas ähnlich dem mehrmals genannten *Cladophlebis*-Gestein, obschon etwas feinkörniger, theils auch ein gelbes, ziemlich hartes Thongestein.

1. ***Pecopteris*** sp.

Taf. VI, Fig. 4.

Nur das abgebildete Exemplar liegt vor, und zwar im harten Gestein. Dasselbe kann mit *Pecopteris exilis* aber auch mit *Pecopteris Dunkeri* Schimper aus den Wealden verglichen werden. Kann übrigens auch Fragment eines jugendlichen Blattes oder Blatttheiles einer anderen Art sein und ist überhaupt nicht auf die Art hin bestimmbar.

2. ***Dicksoniopteris Naumanni*** n. sp.

Taf. V, Fig. 4.

Blätter (wenigstens) doppelt gefiedert mit ziemlich senkrecht gegen die Rachis gestellten Fiedern, deren Fiederchen dicht gedrängt lineal und ganzrandig (?) sind. Sori rundlich (einzeln oder mehrere?) am äusseren Rande der Fiederchen.

Die Nervation ist nicht zu sehen und die Erhaltung der Pflanze lässt viel zu wünschen übrig. Es ist aber nicht zu bezweifeln, dass es sich um eine neue Art handelt, welche zu jenen Formen gehört, die gewöhnlich als *Dicksonia* aufgenommen werden. Da aber die Stellung und rundliche Form der Soren allein nicht

hinreichend sind, um die Zusammengehörigkeit mit der lebenden Gattung zu beweisen, ziehe ich die Gattungsbenennung *Dicksoniopteris* vor.

Das Exemplar liegt im harten graugrünen Gestein.

3. ***Onychiopsis elongata*** Geyler sp. (vergl. oben S. 4).

Im gelben Thongestein liegt eine Mehrzahl von zu dieser Art gehörigen Blättern. Mehrere Stücke ohne Etiquetten, welche auch mit solchen Blättern bedeckt sind, stammen ohne Zweifel auch von dieser Localität, da die Übereinstimmung des Gesteines eine vollständige ist, was auch für die Erhaltung der Blätter gilt. Ich habe von diesen ein Exemplar auf Taf. II, Fig. 6 abbilden lassen. Dasselbe gehört zur schmalblätterigen, der *Sphenopteris Mantelli* Brongn. ähnlichen Form. Die *Sphenopteris* sp. auf Taf. II, Fig. 7 liegt auch in einem von den erwähnten Stücken ohne Etiquetten. Sie scheint möglicherweise eine neue Art darzustellen, ist aber zu unvollständig, um näher bestimmt werden zu können.

Shiraishigawa, Choshamura, Takaokasori, Provinz Tosa.

Ein in Sakawa erhaltenes Stück wurde als von Shiraishigawa etc. stammend angegeben. Es ist ein dunkles, etwas schieferiges sphärosideritähnliches Gestein, welches voll von Pflanzentrümmern ist.

Über die Localität theilt mir Naumann folgende Angaben mit: „Der Fundort liegt etwa 24 *km* von Sakawa entfernt, in westlicher Richtung, mitten im Gebirge, etwa 350 *m* über dem Meeresspiegel. Die Pflanzenschiefer streichen O—W und fallen 40° S. Etwa 60′ über dem Pflanzenschiefer tritt Kalkstein mit Fossilresten auf, mit Gastropoden, Korallen etc., ganz genau denselben Versteinerungen, die in den Kompira- und Torinosukalken des Sakawabeckens vorkommen. In Choshamura kommt auch Serpentin vor, der gleichfalls im Sakawabecken eine gewisse Rolle spielt. Wir scheinen uns also im Gebiete von Choshamura in der westlichen Fortsetzung der Zone von Sakawa und Rioseki zu befinden.“ Nur einer der Abdrücke ist annäherungsweise bestimmbar.

Ptilophyllum cfr. ***cutchense*** Morris.

Taf. IV, Fig. 8.

Ptilophyllum cutchense Morris, Trans. Geol. Society, Vol. V, 2. Ser. (1840), Pl. XXI, Fig. 4.
Palaeozamia cutchensis Oldham and Morris, Flora of the Rajmahal series. Palaeontologia indica. Ser. II, 1—4, p. 30, Pl. XXI, Fig. 1, 3—6; Pl. XXII, Fig. 2, 6.
Ptilophyllum cutchense Schimper, Traité de paléont. végét. II, p. 167.
„ „ Feistmantel, Über die indischen Cycadeengattungen *Ptilophyllum* Morr. und *Dictyozamites* Oldh., S. 12, Taf. III, IV. Palaeontographica. Suppl. 3, Lief. 3, Heft 1. Cassel 1877.

Unsere Pflanze scheint in der That vollständig mit der indischen Art, welche insbesondere in den Cutch (Kachh)-Ablagerungen vertreten ist, übereinzustimmen. Man sieht mit der Loupe etwas von der Nervation und diese, sowie auch die Anheftung der Fiedern zeigt die für *Ptilophyllum* kennzeichnenden Merkmale. Feistmantel's Taf. III, Fig. 5 ist kaum von der Abbildung unserer Pflanze zu unterscheiden. Da aber diese unvollständig vorliegt, halte ich es für das Zweckmässigste, die Art mit „cfr.“ vor dem Artnamen zu bezeichnen.

Zamites aequalis Goeppert bei Schenk[1] hat etwas Ähnlichkeit mit unserer Pflanze, weicht doch durch schmälere Fiedern ab; es ist auch nicht sicher, ob die Anheftung der Fiedern bei jener Art für die Zusammengehörigkeit mit *Ptilophyllum* spricht.

Hiura, Mitani, Nakagori, Provinz Awa.

„Der in Rede stehende Punkt“, schreibt mir Naumann, „liegt am Katsuragawa. Die Katsuragawa-Mulde bildet die östlichste Fortsetzung der mesozoischen Falten von Sakawa und Rioseki auf der Insel Shikoku.

[1] L. c. S. 238, Taf. XXXVII, Fig. 2.

Der Katsuragawa mündet südlich von Tokashima, der Hauptstadt des Tokashimaken oder der Provinz Awa, ins Meer. Mitanimura (Hiura ist die speciellere Ortsbezeichnung) liegt etwa 12 *km* westlich von der Küste."

Die Stücke wurden von Herrn Nishiyama gesammelt. In einem schwarzen, offenbar stark zusammengepressten feinkörnigen, verklüfteten Gestein mit spiegelnden Gleitflächen und mit Kalkspatadern kommen einige Pflanzenreste vor.

1. ***Cladophlebis*** sp.

Gehört auch zum Typus der *Cl. whitbiensis*, scheint aber mehr zugespitzte trianguläre Fiederchen gehabt zu haben. Nur die Endspitzen einiger Fiedern liegen vor; die Nervation ist nicht zu beobachten.

2. ***Onychiopsis elongata*** Geyler sp. (vergl. oben S. 4).

Ein ziemlich grosses, aber schlecht erhaltenes Exemplar mit vorwärts gerichteten Fiedern, etwa wie Yokoyama's Pl. XII, Fig. 9 und 10.

3. ***Nilssonia*** cfr. ***schaumburgensis*** Dunker sp. (vergl. oben S. 5.)

Mehrere Reste von dieser Art sind in den betreffenden Stücken enthalten.

Kassawa-Kawamura, Nagaokagori, Koshiku, Aga, „Small valley West".

In einem ziemlich schweren, thonigen, feinkörnigen Stück Sandsteins, welches abgerollt zu sein scheint, liegen zwei Fiedern erster Ordnung eines dreifach gefiederten Farnblattes in ihrer ursprünglichen Lage neben einander. Die Fiedern zweiter Ordnung sind bis 40 *mm* lang, dicht neben einander (4—6 *mm* entfernt) gestellt mit Fiederchen vom Bau des *Pecopteris*-Typus, und von etwa derselben Grösse wie *Pecopteris exilis* Phillips. Das ganze Exemplar kann mit Yokoyama's Pl. I, Fig. 9 verglichen werden, nur dass die Fiederchen etwas spitziger sind. Durch diesen Umstand hat der Abdruck eine grössere Ähnlichkeit mit *Pecopteris acutifolia* Lindley;[1] da aber der Erhaltungszustand kein guter ist, so verzichte ich darauf, den Abdruck mit einem besonderen Namen zu bezeichnen. Von *Pecopteris Geinitzii* Dunker (l. c. S. 6, Taf. VIII, Fig. 3) scheint die Pflanze durch die dichter gestellten Fiedern zweiter Ordnung und der Fiederchen getrennt zu sein.[2]

Yoshida-Yashiki, Sakawa, Provinz Tosa.

„Dies ist die Localität," schreibt Naumann, „welche in meiner Arbeit 'Über den Bau und die Entstehung der japanischen Inseln' (Berlin 1885) erwähnt ist. Ich fand darin den Steinkern eines glandiferen Cidariten, derselben Form, welche in den jurassischen Kalken zu Hause ist, deren Fauna Neumayr untersucht hat."

Zwei Stücke eines grauen, sandigen Schiefers mit spärlichen kleinen Glimmerblättern liegen vor. Das eine enthält einen Abdruck, welcher wahrscheinlich von einem fertilen Blattfragmente von *Onychiopsis* herrührt. Das andere Stück enthält

Pecopteris cfr. ***Browniana*** Dunker.

Tat. V, Fig. 5.

Dunker (l. c. S. 5, Taf. VIII, Fig. 7) beschrieb unter diesem Namen einige Bruchstücke einer *Pecopteris* mit vorwärts gerichteten, stumpfen Fiederchen. Ihm folgte dann Schenk (l. c. S. 215, Taf. XXVI, Fig. 2, 2*a*), welcher ein etwas vollständigeres Exemplar beschrieb. Später hat Schenk wieder in seinem Nachtrag zur

[1] Lindley and Hutton, Fossil Flora of Great Britain. Vol. III, Pl. 157.

[2] Das von Schenk (l. c. Taf. XXIX, Fig. 2) abgebildete Exemplar, welches er zu *Pec. Geinitzii* bringt, gehört nach meiner Meinung nicht zu Dunker's Pflanze, sondern stellt vielmehr eine *Dicksonia* (in der Auffassung Heer's) dar.

Flora der Wealdenformation [1] einige Exemplare von, wie er vermuthet, derselben Art als *Alethopteris Browniana* Dkr. sp beschrieben und abgebildet. Diese weichen durch die schmäleren Fiederchen recht sehr von den vorher bekannten Exemplaren ab, obschon es wohl wahrscheinlich ist, dass sie, wie Schenk meint, zu derselben Art gehören dürften. Mit dieser Form, mit schmalen Fiederchen, scheint nun die Pflanze von Yoshida-Yashiki vollständig übereinzustimmen, und zwar insbesondere mit Schenk's Fig. 5 in der letztgenannten Abhandlung. Da aber keine Nervation bei unserer Pflanze erhalten ist, so habe ich auch diesmal eine vollständige Identität nicht ohne Weiteres behaupten können. Von *Pecopteris exilis* Phillips, wie diese Art von Geyler und Yokoyama aus Japan illustrirt ist, weicht unsere Pflanze durch die entfernter gestellten Fiederchen ab.

Pflanzen von unbekannter Localität.

Zwei Stücke eines ursprünglich grünlichen, bei Verwitterung aber bräunlichen Gesteins ohne Etiquetten liegen vor. Dieselben scheinen in der That vollständig mit dem *Cladophlebis*-Gestein der Riosekigegend übereinzustimmen und dürften wahrscheinlich auch zu demselben gehören. Die beiden Stücke haben ursprünglich zusammengehört und enthalten folgende zwei Arten:

1. ***Onychiopsis elongata*** Geyler sp. (vergl. oben S. 4).

Taf. VI, Fig. 5.

Ein relativ vollständiges Blatt, das mit den grösseren der von Geyler und Yokoyama abgebildeten Blätter übereinstimmt. Dasselbe dürfte wohl jedoch nur ein Segment eines mehrfach gefiederten Blattes darstellen.

2. ***Macrotaeniopteris ? marginata*** n. sp.

Taf. VI, Fig. 6, 6 *a*.

Leider ist die Insertion der Blattfläche auf die Rachis nicht zu beobachten und es bleibt demgemäss unentschieden, ob wir es mit einem *Taeniopteris*-ähnlichen Farne oder mit einer *Nilssonia* zu thun haben. Das Blatt war relativ breit, die Nerven sind verhältnissmässig dick und scheinen wie bei *Nilssonia* in Rinnen zu laufen (Fig. 6 *a*). Sie sind aber hin und wieder gabelig getheilt, und dies neben dem Umstande, dass auch ein Randnerv vorliegt, scheint mir für eine *Macrotaeniopteris* zu sprechen. Die Art scheint neu zu sein.

Die geologische Altersbestimmung der pflanzenführenden Ablagerungen.

Nachdem wir jetzt die einzelnen Arten der verschiedenen Localitäten kennen gelernt haben, wollen wir versuchen, einige Schlussfolgerungen über das Alter der Ablagerungen von den auf solche Weise gewonnenen Thatsachen abzuleiten. Es gilt hierbei wo möglich die relativen Altersverhältnisse der verschiedenen Localitäten, wie auch das geologische Alter der ganzen Reihe festzustellen.

Die erste Frage betreffend, sei sogleich erwähnt, dass kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die Localitäten Togodani, Ootani, Kataji und Torikubi, als etwa gleichalterig betrachtet werden müssen und dass sie solchergestalt wohl auch das Ausgehende desselben Schichtencomplexes darstellen. Da aber, wie schon oben erwähnt, die pflanzenführenden Lager recht mächtig sind, bei Torikubi z. B. mehr als 24 *m*, so wäre es wohl möglich, dass man bei einer ausführlicheren stratigraphischen Untersuchung verschiedene Horizonte innerhalb denselben würde unterscheiden können. Über diese Frage ist aber jetzt nichts zu ermitteln, da die

[1] Schenk, Zur Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation, S. 159, Taf. XXVI, Fig. 3—5. Palaeontographica, XXIII, Lief. 4. 1875.

Zahl der Arten auf den verschiedenen Localitäten in solcher Hinsicht eine noch zu niedrige ist. Überblicken wir jetzt die Arten von den Fundstellen Togodani bis Torikubi.

Von Togodani haben wir *Onychiopsis elongata, Cladophlebis* sp., cfr. *Nilssonia orientalis, Nilssonia* cfr. *schaumburgensis, Zamiophyllum Buchianum* und möglicherweise auch *Zamiophyllum Naumanni* kennen gelernt. Von diesen kommen insbesondere *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis* und *Zamiophyllum Buchianum* häufig vor.

Ootani zeigt keine neue Art, sondern nur *Onychiopsis elongata* und *Zamiophyllum Buchianum.*

Kataji hat mit Togodani *Onychiopsis elongata, Cladophlebis, Nilssonia* cfr. *schaumburgensis* und *Zamiophyllum Buchianum* gemeinsam, zu welchen *Pecopteris Geyleriana* und *Podozamites lanceolatus latifolius* hinzukommen.

Hier gilt es wahrscheinlich einen etwas verschiedenen Horizont, durch das massenhafte Auftreten der *Pecopteris Geyleriana* ausgezeichnet.

Torikubi hat *Zamiophyllum Buchianum* und wahrscheinlich auch cfr. *Nilssonia orientalis* mit Togodani, jene und *Pecopteris Geyleriana* mit Kataji gemeinsam.

Was die Stücke betrifft, welche nur mit Ueno bezeichnet sind, und welche *Cladophlebis* und *Zamiophyllum Buchianum* enthalten, so wäre es wohl möglich, wenigstens nach dem Gestein zu schliessen, dass auch sie von Torikubi stammen. Doch dürften sie, bei der noch herrschenden Unsicherheit in Bezug auf die Localität, besser unberücksichtigt bleiben. Sie gehören jedenfalls zu demselben Horizonte wie die soeben erwähnten Localitäten, welche sämmtlich *Zamiophyllum Buchianum* aufzuweisen haben.

Bevor wir uns zu den übrigen Localitäten wenden, dürfte es sich empfehlen, auch die andere Frage in Angriff zu nehmen, nämlich die über das geologische Alter der betreffenden Schichten.

Von den Pflanzen, welche auf der Reihe Togodani bis Torikubi gefunden wurden, sind zwei neu, nämlich *Pecopteris Geyleriana* und *Zamiophyllum Naumanni,* und können demzufolge für die Altersbestimmung nicht benützt werden. Von den übrigen kommen *Onychiopsis elongata, Nilssonia orientalis* und *Podozamites lanceolatus* schon in den Ablagerungen des mittleren Jura Japan's vor. Für etwa dasselbe Alter dürfte möglicherweise auch *Cladophlebis* sp. am ehesten sprechen.

Betreffend *Onychiopsis* möchten jedoch einige Bemerkungen hier angeführt werden.

Onychiopsis elongata ist freilich bisher nur aus den Juraablagerungen Japan's bekannt, von welchen die Art erst von Geyler, dann von Schenk und Yokoyama angeführt wurde. Sie schliesst sich ohne Zweifel an die Charakterpflanze des Wealden — *Sphenopteris Mantelli* Brngn. — sehr nahe an, welche nach meinem Dafürhalten auch eine *Onychiopsis* sein dürfte. Ich folgere dies nicht nur aus dem übereinstimmenden Bau der sterilen Blätter bei den beiden Pflanzen, sondern auch daraus, dass Schenk in der That ein fertiles Exemplar von *Sphenopteris Mantelli* abgebildet zu haben scheint, welches für die Zusammengehörigkeit mit *Onychiopsis* spricht. Es ist dies Taf. XXXVIII, Fig. 2 in Schenk's Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation, welche Schenk als ein Exemplar von *Sphenolepis Kurriana* betrachtet, „dessen Blätter grösstentheils verloren gegangen sind". Obschon Schenk „die Identität mit der genannten Art vollständig sicher" betrachtet, so kann ich nicht umhin, die Meinung auszusprechen, dass was Schenk für noch vorhandene Blätter seiner Conifere betrachtete, in der That die fertilen Fiederchen einer *Onychiopsis* darstellt. Mir liegt nämlich von Japan ein fertiles Blatt von *Onychiopsis* vor, bei welchem die meisten fertilen Fiederchen abgefallen sind, und die zurückgebliebenen Stiele derselben sehen wie kleine Schuppen aus. Hie und da sind doch die eigenthümlichen Sori erhalten, ganz wie Schenk's Figur es darstellt, vorausgesetzt dass meine Deutung derselben richtig ist. *Sphenopteris Mantelli* würde demzufolge als *Onychiopsis Mantelli* Brngn. sp zu bezeichnen sein. Die Gattung geht aber noch weiter hinauf, denn Velenovský hat eine Art derselben neuerdings als *Thyrsopteris capsulifera* vom böhmischen Cenoman beschrieben,[1] deren Fructification, wie Velenovský selbst hervorhebt, mit der der japanischen Art vollständig übereinstimmt.

---

[1] J. Velenovský, Die Farne der böhmischen Kreideformation, S. 10, Taf. I, Fig. 6—12. Abhandl. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. 7. Folge, Bd. II, Prag 1888.

Wir hätten demzufolge bis jetzt *Onychiopsis elongata* Geyler sp. aus dem mittleren Jura Japan's, *O. Mantelli* Brngn. sp. aus dem Wealden Europa's und *Onychiopsis capsulifera* Velenovský sp. aus dem Cenoman Böhmens. Die Gattung erstreckt sich folglich vom mittleren Jura bis zum Cenoman. Betreffend die verticale Verbreitung von *Onychiopsis elongata* wissen wir eigentlich nur, dass die Art in den Ablagerungen Japan's vorkommt, welche, als zum mittleren Jura gehörend, betrachtet worden sind.

Nilssonia schaumburgensis Dunker sp. ist eine Art, welche im Wealden Deutschlands eine grosse Verbreitung hat und dort häufig vorkommt. Die von Togodani vorliegende Pflanze, welche ich mit jener verglichen habe, ist mit derselben entweder identisch oder äusserst nahe verwandt, so dass sie jedenfalls als eine vicariirende Art der europäischen Pflanze betrachtet werden muss. Ihr Vorkommen hier ist demzufolge für die Altersbestimmung der Ablagerungen sehr wichtig.

In noch höherem Grade gilt dies von *Zamiophyllum Buchianum* Ettingsh. sp., welche in Europa bisher nur von den Wernsdorfer Schichten, d. h. Urgon, bekannt ist. Da aber in Europa nur zwei Stücke gefunden wurden, so weiss man über die verticale Verbreitung der Art nichts. Auffallend ist aber, dass gerade diese Pflanze, welche von den sämmtlichen hier vorkommenden in das höchste Niveau hinaufreicht, auf allen Localitäten, Togodani, Ootani, Kataji und Torikubi, vorkommt.

Fassen wir nun das oben Mitgetheilte zusammen, so finden wir, dass bei Togodani zwei Arten, *Onychiopsis elongata* und *Nilssonia orientalis* für den mittleren Jura sprechen, während *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis* auf Neocom, *Zamiophyllum Buchianum* auf Urgon deuten. Zu den beiden ersten kann wahrscheinlich *Cladophlebis* und bei Kataji auch *Podozamites lanceolatus latifolius* gerechnet werden.

Die einzigen Schlussfolgerungen, welche man von einer solchen Mischung der Arten ziehen kann, scheinen mir die zu sein, dass die pflanzenführenden Ablagerungen von Togodani bis Torikubi etwa dem obersten Jura auf der Grenze gegen die Kreide angehören dürften, so dass Arten des mittleren Jura mit Arten des Wealdens und des Urgons hier zusammentreffen. Ferner scheint mir von der Häufigkeit der *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis* und *Zamiophyllum Buchianum* im plattenförmig abgesonderten Gestein bei Togodani hervorzugehen, dass wenigstens dieses Gestein zu einem etwas höheren Horizont als die übrigen Localitäten gehören dürfte.

Es wäre von grosser Wichtigkeit gewesen, wenn wir von der Localität bei Ueno, welche Naumann für die jüngste Ablagerung hält, eine hinreichende Zahl von Pflanzenfossilien bekommen hätten. Leider ist dem nicht so, denn die beiden Stücke ohne Etiquetten, welche nur mit Tinte den Namen Ueno haben, und welche *Cladophlebis* nebst *Zamiophyllum Buchianum* enthalten, gestatten keine Schlussfolgerung, da man über ihr genaueres Vorkommen nichts weiss. Die anderen Stücke von Ueno, welche möglicherweise von Naumann's Localität abstammen können, sagen dagegen nichts, da die Pflanzenreste, welche sie enthalten, keine sichere Bestimmung gestatten.

Wenden wir uns nun gegen Südwesten, so haben wir von Riosekimura einige spärliche Pflanzenreste bekommen. Auch diese, *Onychiopsis elongata* und *Sphenopteris* cfr. *Goepperti*, gestatten keine bestimmte Schlussfolgerung, wenn aber die Bestimmung der letzten sichergestellt war, da hätten wir hier wieder eine Art, die im Wealden Europas vorkommt. Von Haginodani, Yakiomura, kennen wir nur drei Arten, von welchen eine unbestimmbar und eine andere neu ist, und welche demzufolge für unseren Zweck nicht benützt werden können. Die dritte Art, *Onychiopsis elongata* Geyler sp., kommt dagegen hier massenhaft vor. Dies scheint mir am meisten für ein höheres Alter als bei Togodani zu sprechen, wenigstens dürfte es sehr unwahrscheinlich sein, dass diese Art des mittleren Jura in einer jüngeren Ablagerung als bei Togodani so massenhaft vorkommen könnte. Immerhin ist es doch gewagt, einige bestimmte Schlussfolgerungen vom Vorkommen einer einzigen Art ziehen zu wollen, und die oben ausgesprochene Meinung kann demzufolge nur als eine Vermuthung gelten.

Von den übrigen Localitäten seien hier nur zwei erwähnt. Die eine ist Hiura-Mitani, welche nach Naumann zur östlichen Fortsetzung der mesozoischen Falten von Sakawa und Rioseki gehört. Die Arten, *Cladophlebis*, *Onychiopsis elongata* und *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis*, welche hier vorkommen, scheinen für eine vollständige Gleichaltrigkeit mit der Reihe Togodani-Torikubi zu sprechen.

Die andere Localität, welche auch eine Erwähnung verdient, ist Yoshida-Yashiki, Sakawa, welche *Pecopteris* cfr. *Browniana* Dunker und *Onychiopsis* sp. geliefert hat. Jene ist, wenn richtig bestimmt, auch eine Wealdenform, was ja mit dem Vorkommen oberjurassischer Thierreste gut zu stimmen scheint.

Ich habe schon in einer anderen Arbeit [1] die Verdienste hervorgehoben, welche sich Edmund Naumann durch seine Entdeckung der merkwürdigen älteren Tertiärflora Japan's um die Wissenschaft erworben hat.

Es ist mir eine besondere Genugthuung gewesen auch die von demselben Forscher entdeckte obere Juraflora in dieser Arbeit beschreiben zu können. Was wir bis jetzt von dieser Flora kennen, ist freilich nicht viel; die schon gemachten Funde lassen aber hoffen, dass eine umfassendere Ausbeutung der pflanzenführenden Ablagerungen im Becken von Rioseki sehr wichtige Beiträge zum Verständniss der Grenzflora zwischen Jura und Kreide liefern werden.

[1] A. G. Nathorst, Zur fossilen Flora Japan's. Palaeontol. Abhandl., herausgegeben von W. Dames und E. Kayser, Bd. IV, Heft 3. Berlin 1888.

Register der Arten.

Die Namen hier beschriebener Pflanzen sind mit cursiven Lettern durchschossen gedruckt.
Die nicht durchschossenen Namen gehören zu Arten, welche synonym oder nur kurz erörtert sind.

Alethopteris Browniana Dunker sp. S. 54.
Anomozamites schaumburgensis Schimper. S. 45.
Asplenites klinensis Trautschold. S. 49.
Brachyphyllum. S. 47.
Cladophlebis nebbensis Brongniart. S. 49.
Cladophlebis sp. S. 44, 8, 50, 53, 55, 56.
Cladophlebis whitbiensis Brongniart. S. 44, 53.
Dicksonia gracilis Heer. S. 51.
Dicksoniopteris Naumanni Nathorst. S. 51.
Dioonites Buchianus Schimper. S. 46.
Lonchopteris Mantelli Brongniart. S. 49.
Lycopodites sp. S. 50.
Lycopodites tenerrimus Heer. S. 50.
Macrotaeniopteris? marginata Nathorst. S. 54.
Nilssonia cfr. *orientalis* Heer. S. 5, 50, 55, 56.
„ „ *schaumburgensis* Dunker sp. S. 45, 49, 53, 55, 56.
Onychiopsis capsulifera Velenovský sp. S. 56.
„ *elongata* Geyler sp. S. 44, 8, 50—56.
„ *Mantelli* Brongniart sp. S. 55, 56.
Palaeocyparis. S. 47, 48.
Palaeozamia cutchensis Morris. S. 52.
Pecopteris acutifolia Lindley. S. 53.
„ cfr. *Browniana* Dunker. S. 53, 57.
„ *Geinitzii* Dunker. S. 53.
Pecopteris Geyleriana Nathorst. S. 48, 50, 55.
„ *exiliformis* Geyler. S. 48.
„ *exilis* Phillips. S. 48, 51, 53, 54.
„ sp. S. 51.
Podozamites lanceolatus latifolius Schenk sp. S. 50, 55, 56.
Pterophyllum Buchianum Ettingshausen. S. 6.
„ *schaumburgense* Dunker. S. 45.
Ptilophyllum cfr. *cutchense* Morris. S. 52.
Sphenolepis Kurriana Dunker sp. S. 55.
Sphenopteris cfr. *Goepperti* Dunker. S. 50, 51, 56.
„ *Harflebeni* Dunker. S. 51.
„ *longifolia* Dunker. S. 51.
„ *Mantelli* Brongniart. S. 50, 52, 55.
„ sp. S. 52.
Thyrsopteris capsulifera Velenovský. S. 15.
„ *elongata* Geyler. S. 44.
Weichselia Ludovicae Stiehler. S. 49.
Zamia media Jacquin. S. 47.
Zamiophyllum Buchianum Ettingshausen sp. S. 46, 48—50, 55, 56.
Zamiophyllum Naumanni Nathorst. S. 47, 55.
Zamites aequalis Goeppert. S. 52.
„ *Goepperti* Schenk. S. 47.
„ *Schenkii* Schimper. S. 47.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Fig. 1—3. *Cladophlebis* sp. S. 44. 1 und 2 von Togodani, 3 ohne Etiquette, doch muthmasslich von derselben Localität

„ 4—5. Cfr. *Nilssonia orientalis* Heer. S. 45. Von Togodani.

„ 6—9 *a*. *Nilssonia* cfr. *schaumburgensis* Dunker sp. S. 45. Von Togodani. 6, der untere Theil eines kleinen Blattes; 7, mehrere Blätter neben und über einander liegend; 8, ein scheinbar sehr langes Blatt, welches aber wahrscheinlich von zwei zusammengepressten Blättern herrührt; 9, Abdruck der oberen Seite eines Blattes, die Anhettung der Blattflächen und den Austritt der Nerven zeigend, was noch deutlicher auf der Vergrösserung 9 *a* zu beobachten ist.

TAFEL II.

Fig. 1, 2. *Zamiophyllum Buchianum* Ettingshausen sp. S. 46. Von Togodani. 1, der oberste Theil eines Blattes; 2, Partie einer Fieder, vergrössert, um die Nervation zu zeigen.

„ 3. *Lycopodites* sp. S. 50. Von Ueno.

„ 4. Unbestimmbarer Abdruck von Ueno, S. 50.

„ 5. „ „ „ „ S. 51.

„ 6. *Onychiopsis elongata* Geyler sp. S. 52. Das Stück entbehrt Etiquette, stammt wahrscheinlich aber von Haginodani, Yakiomura.

„ 7. *Sphenopteris* sp. S. 52. Wahrscheinlich von Haginodani.

TAFEL III.

Zamiophyllum Buchianum Ettingshausen sp. S. 46. Von Togodani.

TAFEL IV.

Fig. 1. *Pecopteris Geyleriana* n. sp. S. 48. Von Kataji.

„ 2. Von Kataji. Gehört möglicherweise auch zu *Pecopteris Geyleriana* (S. 48) als Fiedern eines dreifach gefiederten Blattes.

„ 3—5. Fertile Fiedern oder Fiederchen, die wahrscheinlich zu *Pecopteris Geyleriana* gehören. S. 49. Von Kataji.

„ 6. Der obere Theil eines Blattes oder Fiederblattes, das entweder zu *Pecopteris exilis* oder *P. Geyleriana* gehören dürfte. S. 48. Von Kataji.

„ 7. *Podozamites lanceolatus latifolius* Schenk sp. S. 50. Von Kataji.

„ 8. *Ptilophyllum* cfr. *cutchense* Morris. S. 52. Von Shiraishigawa.

TAFEL V.

Fig. 1. *Zamiophyllum Naumanni* n. sp. S. 47. Wahrscheinlich von Togodani.

„ 2. *Zamiophyllum Buchianum* Ettingshausen n. sp. S. 46. Von Togodani. Abdruck der Oberseite eines Blattfragmentes.

„ 3. *Onychiopsis elongata* Geyler sp. S. 51. Von Riosekimura.

„ 4. *Dicksoniopteris Naumanni* n. sp. S. 51. Von Haginodani, Yakiomura.

„ 5. *Pecopteris* cfr. *Browniana* Dunker. S. 53. Von Yoshida Yashiki.

TAFEL VI.

Fig. 1. *Pecopteris Geyleriana* n. sp. S. 48. Von Kataji.

„ 2—3. *Sphenopteris* cfr. *Goepperti* Dunker. S. 51. Von Riosekimura.

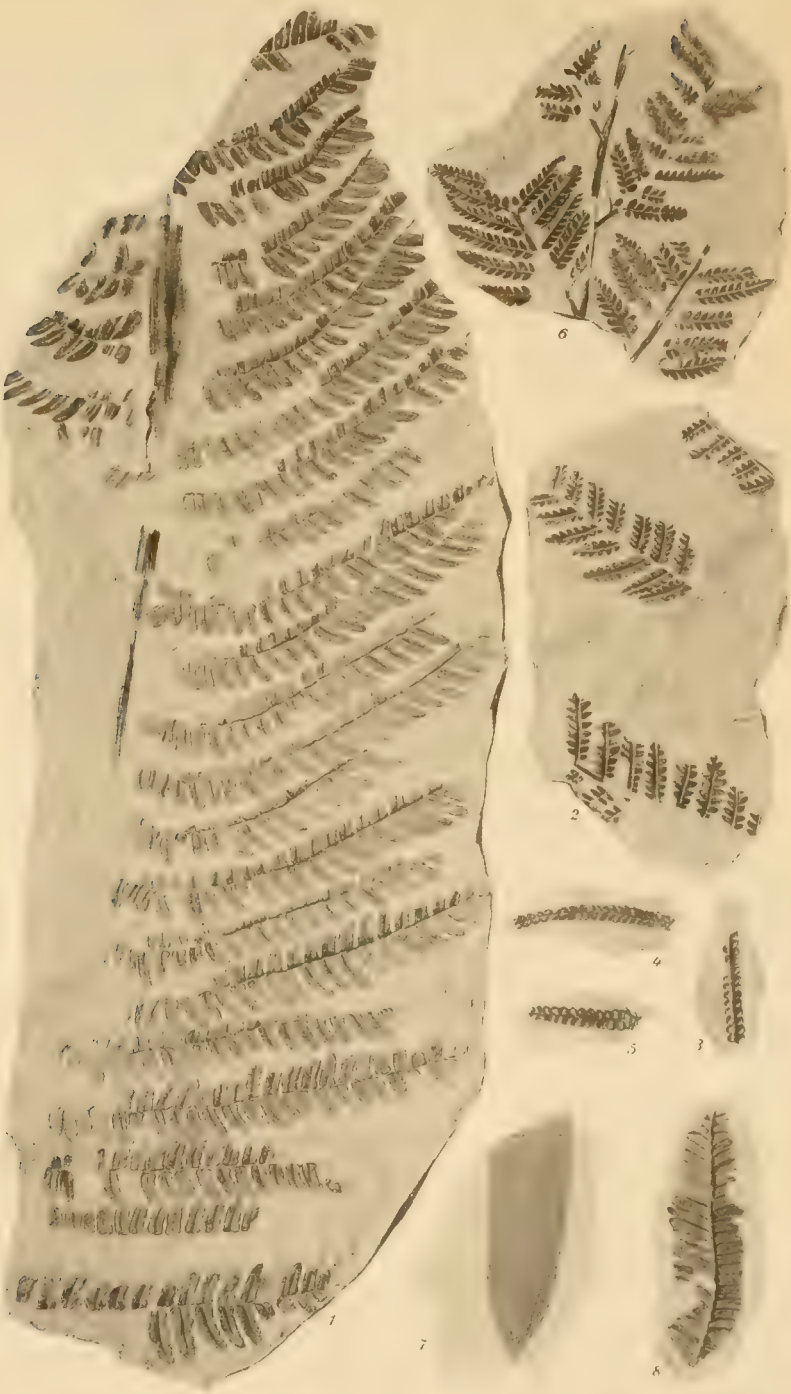
„ 4. *Pecopteris* sp. S. 51. Von Haginodani, Yakiomura.

„ 5. *Onychiopsis elongata* Geyler sp. S. 54. Von unbekannter Localität.

„ 6, 6 *a*. *Macrotaeniopteris? marginata* n. sp. S. 54. Von unbekannter Localität. 6 *a* ein Stück der Blattoberfläche vergrössert, um die Nervation zu zeigen.

1
2.
3.
4.
5
6
7
8
9
9a

1
2
3.
4.
5.
6.
7.


6
2
4
5
3
1
7
8

1.
2.
3.
4.
5.

2
3
5.
6 a
6.
1.
4

DIE

FOSSILE FLORA VON SCHOENEGG BEI WIES

IN STEIERMARK.

VON

PROF. DR. CONSTANTIN FREIHERRN VON ETTINGSHAUSEN,

C. M. K. AKAD.

I. THEIL.

(ENTHALTEND DIE CRYPTOGAMEN, GYMNOSPERMEN, MONOCOTYLEDONEN UND APETALEN.)

(Mit 4 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 10. OCTOBER 1889.

Die sehr reichhaltige Lagerstätte fossiler Pflanzen bei Schönegg unweit von Wies in Steiermark ist eine lange Reihe von Jahren hindurch Gegenstand meiner besonderen Aufmerksamkeit gewesen. Das Vorkommen der Pflanzenfossilien in einem hellfärbigen gelblichweissen feinthonigen Schiefer, in dem sie sich mit dem zartesten Detail der äusseren Structur vortrefflich erhalten haben und zugleich durch die dunkle Farbe ihrer verkohlten Substanz scharf hervortreten, lud schon zu allem Anfange, als Herr Bergdirector V. Radimsky die erste Sendung dieser Fossilien an mich gelangen liess, zu einer möglichst eingehenden Untersuchung der daselbst begrabenen fossilen Flora ein. Die mit erfolgreicher Ausbeutung verbundene Erforschung derselben, die erst kürzlich beendet wurde, nahm nahezu zwanzig Jahre in Anspruch.

Da die Details der Lagerungsverhältnisse daselbst schon in der ausgezeichneten Schrift „Das Wieser Bergrevier" von V. Radimsky veröffentlicht worden sind, so habe ich hier nur auf die Fundorte der fossilen Pflanzen der Umgebung von Wies hinzuweisen. Diese sind: 1. der Johanni-Stollen bei Schönegg; 2. der Neu-Josephi-Tagbau bei Pitschgauegg; 3. der Maria-Stollen bei Schönegg; 4. Fundstellen bei Brunn; 5. Fundstelle bei Haag.

Der Johanni-Stollen lieferte die meisten und am besten erhaltenen Pflanzenfossilien. Gelegentlich der Bewältigung eines Verbruches daselbst im Jahre 1868 stiess Herr Bergdirector Radimsky auf eine Schichte feinkörnigen blassgelben Schieferthons, welche mit Pflanzenabdrücken vollständig erfüllt war; so wurde diese wichtige Fundstelle von Fossilien der Wissenschaft aufgeschlossen und ich veranlasst, den ganzen Sommer von 1870 und 1871 auf eigene Kosten in der Gegend zuzubringen. Eine verlassene geräumige Hütte in der Nähe des Stollens schützte mich vor Unbilden der Witterung; die petrefactenhältigen Schiefer wurden in die Hütte gebracht und von mir vom frühen Morgen bis späten Abend durchsucht. Die Ausbeute war selbstverständlich eine ausserordentlich grosse. Nur die von Eisenoxyd gelblich gefärbten Stellen der Schichten haben sich als

sehr reichhältig, hingegen die grauweissen und grauen Schiefer als arm oder leer an Fossilien erwiesen. Diese Erfahrung ergab ein vorzügliches Leitmittel, um schnell und sicher zum Ziele, der Gewinnung der fossilen Flora, zu gelangen. In den folgenden Jahren besuchte ich noch oftmals diese Lagerstätte und erst vor wenigen Jahren erhielt ich ganze Waggonladungen voll mit dem gelblichen Gesteinsmaterial als letztes Vorkommen desselben nach Graz gesendet. Der Stollen ist nun gänzlich verfallen und die baufällige Hütte abgetragen.

Durchschritt man den Neu-Josephi-Stollen bei Schönegg, so kam man auf dem kürzesten Wege zum Neu-Josephi-Tagbau. Das Gestein und die Verhältnisse des Vorkommens der fossilen Pflanzenreste sind hier genau dieselben wie beim Johanni-Stollen. Die Reichhältigkeit an Fossilien zeigte sich jedoch nur an wenigen Stellen so gross wie bei diesem. Als ich den Neu-Josephi-Tagbau besuchte, war die Gewinnung der Kohle daselbst im besten Betriebe und die Gelegenheit, das fossilienhältige Hangende zu durchsuchen, eine sehr günstige, daher meine Ausbeute daselbst eine nahezu ebenso grosse wie bei der vorigen Localität. Nach der Auflassung des Tagbaues wurde mir auch von hier eine bedeutende Quantität des reichhältigen Gesteinsmaterials nach Graz zur weiteren Untersuchung geschickt, eine Fürsorge, welche sich sehr bewährte, da gegenwärtig diese Localität durch die Verwitterung und Zerstörung der blossgelegten Schichten völlig verschwunden ist.

Der Maria-Stollen lieferte verhältnissmässig die geringste Ausbeute. Die Verhältnisse des Vorkommens der Reste und das Gestein so wie bei den vorhergehenden Fundstellen.

Bei Brunn nächst Wies wurden die Pflanzenfossilien in einem grauen Schieferthon angetroffen, welcher sich an jenen Stellen, die von Herrn Radimsky und mir untersucht worden sind, als sehr arm an solchen Resten erwies.

Die Localität bei Haag, obwohl in grösserer Entfernung von Wies, zeigt einen lichtbraunen Schieferthon, welcher in den übrigen Eigenschaften mit dem von Schönegg übereinstimmt. Die Ausbeute an Pflanzenfossilien daselbst war aber gering.

Die Aufzählung der an den oben genannten Fundorten gewonnenen Arten von Pflanzenfossilien folgt am Schlusse dieser Arbeit, welcher auch die Zusammenstellung der allgemeinen Resultate der Untersuchung enthält.

Mit lebhaftestem Dankgefühl muss ich hier der ausserordentlichen Fürsorge, mit welcher Herr Bergdirector V. Radimsky die Erschliessung der Schönegger fossilen Flora förderte, und mit der grössten Anerkennung muss ich des regen Interesses gedenken, mit dem er meine wissenschaftliche Unternehmung verfolgte.

Die bemerkenswerthesten Sammlungen der fossilen Pflanzen von Schönegg sind: Die Sammlung im k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien; meine seit dem Jahre 1878 neu angelegte Sammlung und die Sammlung, welche ich dem Britischen Museum in London übergeben habe.

Im vorliegenden ersten Theil sind die Cryptogamen, Gymnospermen, Monocotyledonen und Apetalen der fossilen Flora von Schönegg bearbeitet.

Von Blattpilzen, welche keiner der bis jetzt untersuchten Tertiärfloren fehlen, wurden 12 Arten (6 neue) gefunden, welche sich auf die Gattungen *Sphaeria* (8), *Xylomites* (2) und *Phyllerium* (2) vertheilen.

Von Algen liegen zwei Arten (1 neu) vor, eine Süsswasser- und eine Meeresalge.

Die Characeen sind durch eine auch in den Tertiärfloren von Sagor und der Schweiz vorkommende Art vertreten.

Die fossilen Moose gehören bis jetzt zu den seltensten Petrefacten. Hier hat sich eine Art gefunden, welche Schönegg nur noch mit Leoben und Parschlug theilt.

Die Seltenheit der Gefässcryptogamen unter den Fossilien der Tertiärflora hat ihren Grund einerseits in der Verdrängung der farnartigen Gewächse durch die Phanerogamen, anderseits in dem Umstande, dass ihr Laub nicht abfällig ist, während das grösste Contingent zu den Massen von Pflanzenfossilien in den Tertiär-Lagerstätten das abfällige Laub bildet. Während Sotzka nur 2, Häring 3, Sagor 5, Leoben 8 Arten von Gefässcryptogamen zählt, liefert Schönegg 9 (2 neue) Arten derselben und wird nur noch von der älteren Tertiärflora der Wetterau (10), von Bilin (11), Radoboj (12) und der Tertiärflora der Schweiz (50) übertroffen. Die bedeutend grössere Artenzahl der Gefässcryptogamen der letzteren erklärt sich dadurch, dass in dieser

Flora mehrere Localfloren zusammengefasst sind. Übrigens wird diese Zahl eine Reduction erleiden, da mehrere Arten als blosse Varietäten oder Formen anderer aufzulassen sind. Die Gefässcryptogamen von Schönegg fallen den Gattungen *Equisetum* (3), *Pteris* (2), *Blechnum* (2) und *Phegopteris* (2) zu, welche in den meisten der oben aufgezählten Floren vertreten sind.

Von Gymnospermen kamen in Schönegg 21 Arten (4 neue) zum Vorschein, und zwar 5 Cupressineen, 15 Abietineen und 1 Taxinee. Dieselben vertheilen sich auf die Gattungen *Callitris* (1) *Libocedrus* (1), *Taxodium* (1), *Glyptostrobus* (2), *Sequoia* (1), *Pinus* (13), *Araucaria* (1) und *Podocarpus* (1), welche in den meisten der reichhältigeren Tertiärfloren vertreten sind. Schönegg lieferte auch neue oder besser erhaltene Fossilreste schon bekannter Arten dieser Gattungen, wodurch die Kenntniss derselben vervollständigt werden konnte; so Samen von *Libocedrus salicornioides*, männliche und weibliche Blüthen und Samen von *Glyptostrobus europaeus*, Samen von *Pinus taedaeformis* u. s. w.

Die Reste von Monocotyledonen zählen wohl aus gleichem Grunde wie die Gefässcryptogamen zu den Seltenheiten der Tertiärflora. Hier fanden sich 25 (10 neue) bestimmbare Arten, welche den Gramineen (10), Cyperaceen (4), Alismaceen (1), Smilaceen (1), Dioscoreen (1), Musaceen (1), Najadeen (2), Typhaceen (4) und Aroideen (1) zufallen. Sie gehören zu den Gattungen *Arundo* (1), *Phragmites* (1), *Palaeo-Avena* (1), *Poacites* (7), *Cyperus* (4), *Radimskya* (1), *Smilax* (1), *Asterocalyx* (1), *Musophyllum* (1), *Zostera* (1), *Caulinites* (1), *Typha* (1), *Sparganium* (3), *Aronium* (1). Von diesen sind bemerkenswerth die Reste von *Palaeo-Avena*, einer neuen Gattung der Gräser, von welcher Blüthenähren, Früchte, Halme und Blätter zum Vorschein kamen; *Radimskya* von der das Perigon und *Musophyllum*, von welchem Blatt und Same vorliegen. Zur Vervollständigung der Kenntniss bereits beschriebener Arten dieser Abtheilung haben sich gefunden: Ein Blüthenstand von *Cyperus vetustus*; Blüthen, Beeren und Stengel von *Smilax grandifolia*; Beeren von *Asterocalyx*; Rhizom mit Ausläufer von *Zostera Ungeri* u. m. a. Das Vorkommen von Palmen in der fossilen Flora von Schönegg ist durch das Erscheinen einer Blüthenscheide und von Blattfragmenten, die nur zu denselben gehören können, zweifellos erwiesen. Wegen Unvollständigkeit dieser Reste war jedoch ihre genauere Bestimmung nicht möglich.

Sowie in allen bis jetzt untersuchten Tertiärfloren fällt ein namhafter Theil der Flora von Schönegg den Apetalen zu. Es sind 85 (18 neue) Arten dieser Abtheilung unterschieden worden. Dieselben gehören zu den Ordnungen der Ceratophylleen, Casuarineen, Myriceen, Betulaceen, Cupuliferen, Ulmaceen, Moreen, Artocarpeen, Salicineen, Nyctagineen, Laurineen, Santalaceen, Daphnoideen und Proteaceen; sie wurden eingereiht den Gattungen: *Ceratophyllum* (1), *Casuarina* (1), *Myrica* (6), *Betula* (2), *Alnus* (2), *Quercus* (3), *Castanea* (1), *Fagus* (1), *Carpinus* (1), *Ulmus* (3), *Planera* (1), *Ficus* (6), *Artocarpidium* (1), *Populus* (3), *Salix* (5), *Pisonia* (1), *Laurus* (6), *Nectandra* (1), *Oreodaphne* (1), *Persea* (2), *Litsaea* (1), *Sassafras* (1), *Cinnamomum* (4), *Leptomeria* (2), *Santalum* (6), *Pimelea* (1), *Protoides* (1), *Persoonia* (2), *Grevillea* (1), *Hakea* (1), *Rhopalophyllum* (1), *Embothrium* (10), *Banksia* (4), *Dryandroides* (2).

Von den neuen oder bezüglich der genaueren Specialkenntniss wichtigen Fossilresten seien die folgenden hervergehoben.

Ceratophyllum tertiarium erschien in so zahlreichen Resten, dass diese Art zu den vorherrschenden der fossilen Flora von Schönegg gezählt werden kann. Es kamen Rhizomknoten, welche sich durch Maceration losgetrennt haben mussten, dann Blattreste, seltener Fragmente vom Rhizom und vom beblätterten Stengel vor. Von *Casuarina Haidingeri* fanden sich ausser Zweigbruchstücken auch die charakteristischen Früchtchen.

Myrica lignitum gehört in Schönegg zu den häufigsten Arten. Die Blätter dieser Art liegen in 30 verschiedenen Abformen vor; mit denselben kamen wohlerhaltene Früchte, am Neu-Josephi-Tagbau ein ganzer Fruchtstand zum Vorschein. *Betula prisca*, von welcher man an den meisten Localitäten ihres Vorkommens nur die Blätter erhalten konnte, hinterliess hier auch ihre Früchtchen. Nebst der genannten fand sich, jedoch sehr selten, eine neue *Betula*-Art, welche den Blättern nach der *B. glandulosa* entspricht.

Dass die Flora der Miocänperiode eine Eichenart enthielt, welche der südeuropäischen *Quercus Ilex* ausserordentlich ähnlich war, demnach auch wie diese polymorphe Blätter besass, dafür haben sich in den Schichten von Schönegg zahlreiche Belege gefunden. Mehrere bisher als Arten unterschiedene Eichen-Blattformen

erweisen sich hiedurch nur als Formelemente ein und derselben Art. Da diese oft in derselben Schichte beisammen angetroffen werden, so ist es leicht möglich, dass sie auch auf demselben Baum beisammen waren. Von *Ulmus Braunii, Ficus tenuinervis* und einigen Weidenarten haben sich die Früchte, und von *Pisonia eocenica* Blätter und Früchte, wie in Häring gefunden. Den Laurineen konnten vier Arten von Früchten, zwei Arten von Fruchtständen, ein Fragment einer Inflorescenz und eine Blüthenknospe eingereiht werden. Von den Arten dieser Ordnung sind eine neue *Sassafras*-Art und *Laurus styracifolia*, letztere bisher nur in der Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation und der Schweiz nachgewiesen, von besonderem Interesse.

Herr Marquis von Saporta hat in seiner in der Revue générale de Botanique I, 1889, S 229 veröffentlichten Schrift „Les inflorescentes de Palmiers fossiles" nachzuweisen versucht, es seien die bisher als *Leptomeria* bestimmten Fossilreste Blüthenspindeln von Palmen. Diese Ansicht ist durch das Vorkommen erwähnter Reste in Schönegg nun vollständig widerlegt. Bei den vom Johanni-Stollen erhaltenen *Leptomeria*-Zweigchen sind die Blätter noch deutlicher entwickelt als bei den in Häring vorkommenden. Weder diese noch jene können mit blattlosen Blüthenspindeln verwechselt werden. Die *Santalum*-Blätter gehören zu den häufigsten Fossilien von Schönegg.

Das Vorkommen von Proteaceen in dieser fossilen Flora ist durch 16 Arten von charakteristischen Früchten und Samen und 11 Arten von Blättern erwiesen. In fünf Fällen gehören Frucht oder Same und Blatt zusammen zu Einer Species. Bemerkenswerth ist das Vorkommen zahlreicher Flügelsamen, die nur genannter Ordnung angehören können. Es lässt sich nicht leugnen, dass einige dieser Samen Ähnlichkeit mit denen von *Cedrela* (einer rein tropischen Gattung) zeigen, worauf Saporta hinweist. Allein noch grösser ist die Ähnlichkeit derselben mit Samen von *Embothrium* und *Hakea*; ausserdem liegen Blätter und Früchte aus Tertiärlagerstätten vor, welche zu diesen Gattungen gut passen, während von fossilen Blättern und Früchten von *Cedrela* nichts bekannt ist.

Der den Tafeln zugewiesene Raum gestattete nur die Aufnahme der neuen Formen. In manchen Fällen wäre aber auch die nochmalige Abbildung schon bekannter Arten in charakteristischen Exemplaren wünschenswerth gewesen, z. B. der *Banksia*-Blätter, bei welchen Randbeschaffenheit, Nervation und Textur sogleich keinen Zweifel über die Richtigkeit der Bestimmung aufkommen liessen, während die Abweichung in der Form erst seitdem die zugespitzten *Banksia*-Blätter der Tertiärflora Australiens und die atavistischen Formen der lebenden ans Tageslicht gebracht worden sind, die richtige Erklärung erhalten konnte.

Cryptogamae.

Class. FUNGI.

Ord. HYPHOMYCETES.

Phyllerium priscum sp. n.

Taf. I, Fig. 12.

Ph. maculas formans rotundato-ellipticas, nigrescentes, planas.

Fundorte: Johanni-Stollen; (K. k. N. H. M. Nr. 4446); Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3009.)

Mehr elliptische als rundliche dunkle Flecken, deren Durchmesser zwischen 0·5 und 1·5 *mm* schwankt. Dieser Pilz kommt dem *Phyllerium Palaeo-Lauri* m. am nächsten.

Letzteres zeigt jedoch etwas grössere rundliche Flecken und findet sich auf *Laurus*-Blättern. Das hier beschriebene *Phyllerium* kommt auf einem Blattfetzen vor, der nicht einem Lorbeerblatte, sondern wahrscheinlich einem Blatte von *Alnus gracilis* angehört. Es stammt vom Johanni-Stollen.

Es hat sich später ein zweites Blattfragment gefunden, das am Neu-Josephi-Tagbau gesammelt wurde und Überreste dieses Pilzes wahrnehmen liess. Das erwähnte Fragment scheint ebenfalls zur *Alnus gracilis* zu gehören.

Phyllerium Friesii A. Braun.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 11, Taf. 2, Fig. 3. — Ettingsh., Fossile Flora von Bilin, I. Denkschr., Bd. XXVI, S. 6, Taf. 1, Fig. 11.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3007.)

Auf einem Blattfragment von *Acer trilobatum* sieht man dunkelbraune ganz flache Flecken, welche zu den kleineren Flecken auf dem von Heer l. c. abgebildeten Blatte und zu den auf einem schönen Ahornblatte aus dem plastischen Thon von Priesen (Foss. Flora von Bilin l. c.) vorkommenden sehr gut passen. Der die Flecken umgebende helle Rand ist hier sehr fein, daher nur mittels der Loupe sichtbar.

Ord. PYRENOMYCETES.

Sphaeria interpungens Heer.

Taf. I, Fig. 7, 7 *a*.

Heer, l. c. S. 14, Taf. 1, Fig. 3. — Die tertiäre Flora von Grönland, Fl. foss. arct., Bd. VII, S. 47, Taf. 86, Fig. 7.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau; Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3010—3012.)

Ein Blattfetzen der *Myrica lignitum* Fig. 7, vom Neu-Josephi-Tagbau, ist mit den Apothecien dieser Art dicht besetzt. Nur an wenigen kann man die Öffnung des Apotheciums Fig. 7*a* mittels der Loupe wahrnehmen. Ich muss hier bemerken, dass die von Heer bestimmten Blätter von *Quercus commutata*, auf welchen er die *Sphaeria interpungens* fand, zu *Myrica lignitum* gehören.

Es sind beim Johanni-Stollen zwei Blattfetzen, möglicherweise ebenfalls der *Myrica lignitum*, vorgekommen, die denselben Pilz zeigen. Die Apothecien sind hier grösstentheils noch geschlossen.

Sphaeria Trogii Heer.

Taf. I, Fig. 6, 6 *a*.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, S. 15, Taf. 1, Fig. 5, 5 *b*; — Ettingsh. Foss. Flora von Leoben, Denkschr., Bd. LIV, S. 226.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3013.)

Auf dem Blattfragment Fig. 6, welches mit sicher bestimmten Resten von *Phragmites oeningensis* beisammen gefunden wurde und das der deutlich sichtbaren Nervation nach zu dieser Graminee gehören dürfte, sieht man die sehr kleinen punktförmigen Perithecien, welche zwischen den stärkeren Längsnerven fast reihenförmig angeordnet sind. Ihre Form ist mehr elliptisch als rundlich und die Öffnung derselben theils kreisrund, theils elliptisch. (S. die Vergrösserung Fig. 6*a*.) Manche Apothecien scheinen noch geschlossen zu sein, da keine Öffnung an denselben sichtbar ist.

Sphaeria Kunkleri Heer.

Taf. I, Fig. 5, 5 *a*.

Heer, l. c. Bd. I, S. 15, Taf. 1, Fig. 5, vergrössert Fig. 5*b*.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3015.)

Die Apothecien, welche noch kleiner sind als die der vorhergehenden Art kommen hier stellenweise so dicht aneinander gerückt vor, dass sie zusammenfliessen und kleine streifenförmige Flecken bilden. Die sehr kleine nur mittels der Loupe erkennbare Öffnung ist nur an wenigen Apothecien wahrzunehmen.

Sphaeria Palaeo-Typhae sp. n.

Taf. I, Fig. 4, 4 *a*.

S. peritheciis minutis nigris, rotundis, subseriatis, ostiolo rotundato pertusis.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 4523; N. Coll. Ett. Nr. 3016.)

Auf einem Blattfetzen der *Typha latissima* bemerkt man etwas zerstreut, jedoch in Reihen zwischen den Längsnerven sitzende sehr kleine rundliche Perithecien, deren Vergrösserung Fig. 4*a* eine rundliche Öffnung

zeigt. Dieselben sind sehr ähnlich den auf Blättern von *Phragmites oeningensis* vorkommenden Perithecien von *Sphaeria Trogii* Heer. Letztere haben aber eine mehr elliptische Form.

Sphaeria Palaeo-Juglandis sp. n.

Taf. I, Fig. 3, 3*a*.

S. peritheciis minutissimis punctiformibus fuscis sparsis, ostiolo vix conspicuo pertusis.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 4522.)

Sehr kleine punktförmige Perithecien, welche eine geringere Verkohlung verrathen und braun gefärbt sind, erscheinen unregelmässig zerstreut auf einem Nussblättchen. Die Vergrösserung derselben Fig. 3*a* zeigt eine äusserst kleine Öffnung, welche nur bei wenigen deutlich sichtbar ist. Von der sehr ähnlichen *Sphaeria münzenbergensis* m. unterscheidet sich der beschriebene Pilz nur durch die mehr rundliche Form der Perithecien und den verschiedenenartigen Wohnsitz.

Sphaeria Palaeo-Santali sp. n.

Taf. I, Fig. 1, 1*a*, 2.

S. peritheciis minutissimis punctiformibus nigris, sparsis, ostiolo rotundato pertusis.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1172; N. Coll. Ett. Nr. 3017 *a—e*.)

Einige Blätter von *Santalum styriacum* sind mit den Perithecien dieses Pilzes bestreut. Dieselben sind punktförmig, stark verkohlt und zeigen eine rundliche Öffnung, die bei der Vergrösserung deutlich hervortritt. Ausserdem bemerkt man an den Perithecien manchmal einen mehr oder weniger unregelmässig rissigen Rand (s. Fig. 1*a*).

Sphaeria antheraeformis Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz. Bd. III, S. 147. Taf. 142; Fig. 8, 9.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3018.)

Es sind sehr kleine längliche Perithecien, welche über die Blattfläche unregelmässig zerstreut erscheinen. Der Zustand der Erhaltung ist theilweise ein mangelhafter, so dass von der sehr schmalen Längsfurche kaum eine Andeutung zu finden ist. Aus diesem Grunde muss ich die Bestimmung dieses Pilzes als zweifelhaft erklären, obgleich in der Grösse und Form der Perithecien derselbe mit den von Heer gegebenen Abbildungen vollkommen übereinstimmt.

Sphaeria schoeneggensis sp. n.

Taf. I, Fig. 8.

S. peritheciis magnis orbiculatis sparsis, apice ostiolo latiusculo pertusis.

Fundort: Neu Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3019.)

Auf einem sehr gebrechlichen Fragment einer Rinde, wahrscheinlich von *Glyptostrobus europaeus* fanden sich die ziemlich grossen Perithecien dieses Pilzes zerstreut oder stellenweise dicht b isammen. Dieselben treten als rundliche Scheibchen hervor, die in der Mitte eine ziemlich weite rundliche Öffnung zeigen. Hinsichtlich der Grösse und Form der Perithecien sowie ihrer Öffnung nähert sich der Pilz am meisten der auf Blättern der *Quercus Mureti* in Monod vorkommenden *Sphaeria Mureti*, weicht jedoch von derselben durch die etwas flacheren und grösseren Perithecien ab.

Xylomites Santali sp. n.

Taf. I, Fig. 9—11.

X. maculas rotundatas nigras formans, disco pallidiore.

Fundorte: Neu-Josephi-Tagbau (K. k. N. H. M. Nr. 1172); Johanni-Stollen; Maria-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3022—8024.)

Schwarze rundliche Flecken im Durchmesser von 1·5—4 *mm* mit einer mittleren hellen Scheibe fanden sich auf Blättern von *Santalum styriacum*. Die grösseren Flecken zeigen zuweilen eine etwas höckerige Scheibe. Der Pilz scheint mit *Xylomites varius* Heer am nächsten verwandt zu sein, doch hat die Scheibe eine mehr regelmässige Form und zeigt nur in ihrer Grösse eine Veränderlichkeit.

Xylomites lignitum m.

Ettingsh. Beiträge z. Tertiärflora Steiermarks, Sitzungsber., Bd. LX, I, S. 18, Taf. I, Fig. 1.

Fundorte: Neu-Josephi-Tagbau; Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3020, 3021, 5251.)

Auf den Blättern der hier sehr häufig vorkommenden *Myrica lignitum* hat sich derselbe Pilz gefunden wie an den gleichnamigen Blättern aus den Schichten des Moskenberges. Das Vorkommen ist jedoch als selten zu bezeichnen.

Class. ALGAE.

Confervites bilinicus Ung.

Unger, Chloris protogaea, p. 127, t. 39, f. 5.

Fundorte: Neu-Josephi-Tagbau; Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 989, 4612; Brit. Mus; N. Coll. Ett. Nr. 3025.)

Dieses als Alge sehr zweifelhafte Fossil ist an beiden genannten Localitäten in wenigen Exemplaren zum Vorschein gekommen. Für eine Conferve scheinen die Fäden zu viel Substanz zu haben, wenn auch viele bündelweise aneinander kleben. Die Entscheidung, ob das Fossil nicht besser einer höher organisirten Wasserpflanze einzuverleiben wäre, lässt sich erst bei der Untersuchung eines wohlerhaltenen Materials erwarten.

Sphaerococcites deperditus sp. n.

Taf. I, Fig. 13—15.

S. fronde plana, ramosa, ramulis elongatis, angustissime linearibus, flexuosis, membranaceis.

Fundort: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 4618; N. Coll. Ett. Nr. 3026, 3027.)

Es liegen nur die drei hier abgebildeten Ästchen des Thalloms vor. Dasselbe verräth eine zarte Consistenz, die Ästchen sind hin- und hergebogen, kaum 1 *mm* breit; deren Ränder laufen parallel. Sehr ähnliche verlängerte Ästchen zeigt der im adriatischen Meere und in der Nordsee vorkommende *Sphaerococcus confervoides* Ag.

Class. CHARACEAE.

Chara Meriani A. Braun.

Unger, Iconographia plant. foss., p. 10, t. 2, f. 11, 12. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 24, Taf. 4, Fig. 3. — Ettingsh., Fossile Flora von Sagor, I, S. 162 und III, Taf. 28, Fig. 6.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau; (K. k. N. H. M. Nr. 4675.)

Es sind nur die etwas zusammengedrückten Früchte zum Vorschein gekommen und ist das Vorkommen ganz übereinstimmend mit dem in Savine und Tüffer.

Class. MUSCI.

Ord. MUSCI FRONDOSI.

Hypnum Schimperi Ung. sp.

Syn.: *Muscites Schimperi* Ung., Iconographia plantarum fossilium, p. 10, t. 4, f. 1, 2.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3028, 3029.)

Das hier zum Vorschein gekommene fossile Laubmoos stimmt mit dem von Unger a. a. O. in Fig. 1 dargestellten sowohl hinsichtlich der Verästelung des Stämmchens als auch in der Stellung und Form der Blätter am besten überein.

Class. CALAMARIEAE.

Ord. EQUISETACEAE.

Equisetum Parlatorii Heer sp.

Schimper. Traité de Paléontologie végétale, p. 261. — Physagenia P. Heer, Tertiärflora d. Schweiz, I, S. 109, Taf. 42, Fig. 2—17; III, S. 158, Taf. 145, Fig. 17, 18.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 4698, 4699.)

Es liegen nur die Knollen vom Rhizom dieser Art vor.

Equisetum limoselloides Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. III, S. 157, Taf. 145, Fig. 31.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3030.)

Es ist ein Stengelknoten mit der daran haftenden Scheide zum Vorschein gekommen. Das Fossil passt sehr gut zu dem von Heer a. a. O. abgebildeten Stengelfragment aus den Schichten von Öningen.

Equisetum lacustre Sap.

Saporta, Études sur la végétation du sud-est de la France a l'époque tertiaire, I, p. 185, pl. 3, f. 1.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3031 a und b.)

An der oben genannten Lagerstätte wurde ein Stengelfragment gefunden, welches hinsichtlich der feinen Streifung, der Tracht und der angedrückten langen, an der Spitze fransig-zerschlitzten Scheide mit dem von Saporta a.a.O. abgebildeten Fragment am meisten übereinstimmt. Der Stengel erreicht jedoch nur die Breite von 7 *mm*, während der aus dem Mergelschichten von Saint-Zacharie stammende 12 *mm* breit ist, eine Differenz, welche zu unbedeutend erscheint, als dass man an der Gleichartigkeit dieser Reste zweifeln könnte.

An derselben Fundstelle kam auch eine losgetrennte Scheide eines *Equisetum*-Stengels zum Vorschein, welche einen ungefähr 12 *mm* breiten Stengel voraussetzt. Die Streifen dieser Scheide sind sehr gut erhalten und gleichen in Bezug auf Feinheit und Distanz vollkommen denen des Fossils aus den Tertiärschichten des südöstlichen Frankreich.

Class. FILICES.

Pteris Radimskyi sp. n.

Taf. I, Fig. 16.

P. pinnis lanceolato-linearibus; nervo primario valido, recto, nervis secundariis tenuibus approximatis, angulo subrecto divergentibus, simplicibus vel basi furcatis.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3032—3035.)

Es liegen bis jetzt nur ein Paar Wedelreste dieser Art vor. Das hier abgebildete Fiederfragment Fig. 16 verräth eine schmale, lanzettlineale Fieder. Am Rande gewahrt man sehr deutlich die für *Pteris* charakteristische saumläufige Fructification. Der Primärnerv tritt scharf hervor; die Secundärnerven entspringen unter wenig spitzen Winkeln und divergiren gegen den Rand zu so, dass sie mit dem primären einen nahezu rechten Winkel bilden. Die Mehrzahl derselben ist einfach; wenige sind am Ursprunge gabeltheilig. Da keine sterile Fieder vorliegt, ist die Beschaffenheit des Randes, ob er ganz oder gezähnt ist, unbekannt. In der Nervation und Form der Fieder kommt die beschriebene Art am nächsten der *Pteris Gaudini* Heer aus der Tertiärflora der Schweiz, unterscheidet sich aber von derselben durch die keineswegs parallelen Ränder der Fieder und durch die vom Primärnerv fast senkrecht abstehenden Secundärnerven. Von den lebenden Arten ist *P. longifolia* L. als die nächstverwandte zu bezeichnen. (Man vergleiche das Fossil mit den fructificirenden Fiedern Fig. 2 und 3 auf Taf. 57 in Ettingsh. Farnkr. d. Jetztwelt.)

Pteris radobojana Ung.

Taf. I, Fig. 17.

Unger, Iconogr. plant. foss. p. 12, t. 4, f. 11. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 10, Taf. 12, Fig. 9.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3038.)

Ein kleines Fiederfragment, welches zu den von Unger l. c. abgebildeten Fragmenten vollkommen passt. Es verräth eine ziemlich derbe Constistenz, was durch den etwas verdickten Rand und die verkohlte Substanz am Abdrucke angedeutet ist. Dies, sowie die fiederschnittigen Fieder und die Spuren der Nervation Fig. 17*a* sprechen für die genannte Art.

Blechnum Braunii m.

Ettingsh., Eocäne Flora d. Monte Promina, Denkschr., Bd. VIII, S. 10, Taf. 14, Fig. 2. Fossile Flora von Bilin, l. c. Bd. XXVI, S. 15, Taf. 3, Fig. 5—7.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3036.)

Ein kleines Bruchstück einer Fieder, welches mit der aus den Schichten des Monte Promina zum Vorschein gekommenen Fieder in Bezug auf Breite-Durchmesser und Nervation am meisten übereinstimmt.

Blechnum Goepperti m.

Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, l. c. Taf. 3, Fig. 1, 2, 4.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 969; Brit. Mus.)

Eine Fieder, deren Randbeschaffenheit und Nervation deutlich zu entnehmen ist. Dieselbe passt sehr gut zu den aus den Schichten von Bilin zu Tage geförderten und bereits a. a. O. abgebildeten Fiedern.

Phegopteris styriaca Ung. sp.

Syn.: *Polypodites styriacus* Ung., Chloris protogaea, p. 121, t. 36, f. 1—5.

Fundorte: Johanni-Stollen; Haag. (K. k. N. H. M. Nr. 964, 4799, 4780, 4800—4806; Brit. Mus.)

Wedelfragmente und einzelne losgetrennte Fiedern dieser Art sind an den bezeichneten Localitäten zum Vorschein gekommen. Die Nervation dieser Reste ist grösstentheils so wohlerhalten, dass ihre genaue Vergleichung mit den in Bilin und an den Localitäten der Schweizer Tertiärflora gefundenen Resten dieses Farnkrautes keinen Schwierigkeiten unterlag.

Phegopteris haagiana sp. n.

Taf. I, Fig. 18, 18 *a*.

Ph. fronde pinnata, pinnis alternis inter se remotis, linearibus, pinnatifidis vel crenatis; lobis sub angulo subrecto patentibus, apice rotundato-obtusis; nervo primario loborum recto tenui excurrente; nervis secundariis paucis, 4—5, tenuissimis, simplicibus, sub angulis acutis egredientibus.

Fundort: Haag. (K. k. N. H. M. Nr. 968.)

Ein Bruchstück vom Wedel mit einem Stück der Spindel und zwei Fiederfragmenten, fructificirend. Letztere zeigen die abwechselnde ziemlich entfernte Stellung der Fieder, eine lineale Form bei einer Breite von 10—13*mm* und verrathen eine zarte krautartige Consistenz. Die Fieder sind verhältnissmässig wenig eingeschnitten oder gekerbt; die Lappen 5—6*mm* lang und 3*mm* breit, abgerundet-stumpf, unter wenig spitzem oder fast rechtem Winkel abstehend. Sie sind von einem feinen Primärnerv und wenigen äusserst feinen einfachen unter spitzen Winkeln abgehenden Secundärnerven, in deren Mitte die Sori sitzen, durchzogen. (S. die Vergrösserung Fig. 18 *a*.)

Das beschriebene Farnkraut ist am nächsten verwandt der *Phegopteris pulchella* Heer sp., von welcher es sich nur durch die schmäleren, mehr abstehenden Fiederlappen unterscheidet.

Phanerogamae.

A. Gymnospermae.

Class. CONIFERAE.

Ord. CUPRESSINEAE.

Callitris Brongniarti Endl. sp.

Taf. I, Fig. 19, 20.

Unger, Sylloge plant. foss. III. p. 66, t. 20, f. 8, 9. – Syn.: *Thuites callitrina* Ung., Chloris protogaea, p. 22, t. 6, 7.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3039—3041.)

Es sind bis jetzt nur die beiden hier abgebildeten Samen dieser Art zum Vorschein gekommen. Sie gehören zu den kleinsten Exemplaren, stimmen aber in allen wesentlichen Merkmalen mit den aus den Tertiärschichten des südlichen Frankreich, Radoboj, Sagor und Leoben zu Tage geförderten Samen überein.

Libocedrus salicornioides Endl. sp.

Taf. I, Fig. 21, 22.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, Taf. 21, Fig. 2. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, l. c. S. 33, Taf. 10, Fig. 1—7, 14. Syn.: *Libocedrites salicornioides* Endl. Conif. S. 275.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 7072; N. Coll. Ett. Nr. 3048, 3049, 5299.)

Es liegt bis jetzt nur das einzige Fragment eines Ästchens vor, welches in Fig. 22 abgebildet worden ist. Dasselbe gleicht einerseits dem von Heer l. c. Fig. 2*a* dargestellten, anderseits dem der fossilen Flora von Bilin l. c. Fig. 1. Am selben Fundorte kam der Samenabdruck Fig. 21 zum Vorschein, welcher wegen der ungleichen Flügel hieher zu gehören scheint.

Taxodium distichum miocenicum Heer.

Syn.: *Taxodium dubium* Ettingsh., Fossile Flora von Bilin, I, S. 34, Taf. 11, Fig. 8, 9, Taf. 12.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Ett. Coll. Nr. 3042—3046.)

Es fanden sich an bezeichneter Lagerstätte nur einige Bruchstücke der feinen abfälligen mit lineallanzettlichen Blättern besetzten Ästchen, einige losgetrennte Blätter und ein Fragment des männlichen Blüthenstandes vor, welches letztere zu dem in Fig. 6 der citirten fossilen Flora von Bilin abgebildeten Exemplar am besten passt.

Glyptostrobus europaeus Brongn. sp.

Taf. I, Fig. 23—67.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, Taf. 19, Taf. 20, Fig. 1. – Unger, Fossile Flora von Kumi, Denkschr., Bd. XXVII, Taf. 1, Fig. 3—11. – Syn.: *Pterospermites vagans* u. *P. lanulatus* Heer, l. c. III, Taf. 109, Fig. 1—6.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn; Haag. (K. k. N. H. M. Nr. 835, 838, 846—852, 970—980, 4888—4911, 4921—4929, 4933—4937, 4944—4964, 4980, 4981, 4985—4994, 6978—6985; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3049—3344, 5203, 5207, 5213, 5242, 5243, 5252, 5253, 5259, 5286, 5292, 5302, 5303.)

Das Vorkommen dieser Cupressinee in den Tertiärschichten von Schönegg zählt zu den schönsten und vollständigsten Erscheinungen von Pflanzenresten der vorweltlichen Flora. Es fanden sich einzelne abgefallene männliche und losgetrennte weibliche Blüthen, dann solche noch in Verbindung mit Zweigchen; ferner Zapfen und Samen in Hülle und Fülle. Durchaus nicht selten kamen prachtvolle Blüthen- und Fruchtzweige, Laubzweige von 50*cm* und darüber Länge und Aststücke von 6—7*cm* Breite zum Vorschein. Einige Abbildungen dieser verschiedenen zweifellos zusammengehörigen, so wohl erhaltenen Reste glaubte ich dem wissenschaft-

lichen Publicum nicht vorenthalten zu sollen, da die bis jetzt vorhandene Literatur eine solche Zusammenstellung nicht enthält.

Die männlichen und weiblichen Blüthen und die Samen sind zuerst durch das Vorkommen derselben in Schönegg erkannt worden. Fig. 23—31 stellen abgefallene männliche Blüthen in verschiedenen Entwicklungsformen, von der Knospe Fig. 24 angefangenen bis zur verwelkten Blüthe Fig. 30, 31, an der bereits zum Theil die Staubblätter sich losgetrennt haben und dadurch die Blüthenaxe blossgelegt erscheint. Manchmal ist eine Blüthe in senkrechter Richtung zur Schichtablagerung eingebettet worden, und da bemerkt man nur den Querbruch derselben auf der Schichtfläche, wie Fig. 23 zeigt. Derselbe nimmt sich auf den ersten Blick wie eine sehr kleine vier- oder fünfblättrige Blumenkrone aus, es sind aber nur die Staubblätter, welche in enger Spirale um die quer abgebrochene Blüthenaxe angeordnet erscheinen. Die männlichen Blüthen, noch in Zusammenhang mit dem Zweigchen, zeigt Fig. 32. Die weiblichen Blüthen in verschiedener Entwicklung sind in Verbindung mit ihren Zweigchen Fig. 34 zur Anschauung gebracht. Fig. 33, 35—41 zeigen Fruchtzapfen von ihrer ersten Anlage bis zur vollen Reife; Fig. 40, 41 mit austretenden Samen; Fig. 38 und 39 solche im geöffneten überreifen Zustande.

Die Samen sind von Heer irrig gedeutet und a. a. O. als *Pterospermites vagans* und *lunulatus* beschrieben worden. Die Vergleichung dieser Samen mit denen von *Glyptostrobus heterophyllus* lehrt, dass dieselben nur zu *Glyptostrobus* gehören können. Die genannte in China einheimische Cupressinee besitzt eiförmig-längliche kantige etwas zusammengedrückte Samen, welche an ihrer mehr oder weniger schiefen Basis von einem flügelförmigen Stiel (einem geflügelten Nabelstrang) getragen werden. Dieser — wir wollen ihn kurzweg Basalflügel nennen — ist dem Samenkörper seitlich eingefügt. Ausser dem verkehrtlanzettlichen, gegen die Einfügungsstelle zu verschmälerten Basalflügel besitzt der Same 1—2 sehr schmale Seitenflügel, welche an den Kanten sitzen und bis zur Micropyle hinaufreichen, wodurch oft die Spitze des Samens ausgerandet ist. Auf der einen Fläche ist der Same von einer schwach gekrümmten Furche der Länge nach durchzogen, während die andere mehr gewölbt und mit einem feinen Längskiel versehen erscheint. Der Samenkörper ist nicht symmetrisch gebildet und verräth in der Regel eine leichte Krümmung. Seine Axe bildet mit der Richtung seines grundständigen Flügels einen stumpfen Winkel. Diese Beschreibung passt mehr oder weniger genau zu den erwähnten fossilen Samen. Den einzigen Unterschied finde ich darin, dass die letzteren verhältnissmässig grösser sind und eine etwas stärkere Krümmung zeigen. Doch kamen mir die deutlichsten Übergänge zu den Samen der lebenden Art auch hinsichtlich dieser Eigenschaften in die Hände. Die im Folgenden auseinandergesetzte Formenreihe dürfte das Gesagte am besten begründen.

Die meiste Übereinstimmung mit den Samen von *Glyptostrobus heterophyllus* zeigen die Samen Fig. 42, 43 und 44 bezüglich aller Eigenschaften, namentlich der geringen Abweichung in den Axen von Samenkörper und Baselflügel, der kaum merklichen Krümmung des ersteren und der geringeren Dimensionen des Samens. Fig. 42 stellt den kleinsten bis jetzt vorgekommenen Samen dar, welcher jedoch betreffs der stärkeren Krümmung des Samenkörpers und des mehr seitlich eingefügten Basalflügels zur Var. *e* gehört, während wir die Fig. 43 zur Varietät *a* zählen, die den Übergang der fossilen Samen zu denen der analogen lebenden Art vermittelt. Fig. 43 vermag ich von einem mir vorliegenden Samen des *G. heterophyllus* kaum zu unterscheiden. Fig. 44 zeigt keine Abweichung der Axe des Samenkernes von der des Basalflügels.

Die Samen der Varietät *b* Fig. 45—49 zeigen eine geringe Abweichung in der Richtung von Kern und Basalflügel. Die Samen sind grösser als die der Var. *a*. Fig. 45 bildet den Übergang zu dieser. Bei Fig. 46—48 ist der Samenkörper weniger deutlich gekrümmt, und bei Fig. 48 verschmälert sich der breite Basalflügel nach unten und zeigt den Nabelstrang als Mittelrippe deutlich. (Das ist auch an Fig. 67 zu sehen.) Fig. 49 besitzt einen auffallend länglichen grossen fast geraden Samenkörper und einen verhältnissmässig kurzen Basalflügel.

Die Varietät *c* Fig. 50—53 zeichnet sich aus durch grosse Samen, deren Flügel sämmtlich stärker entwickelt sind. Die Ausrandung an der Spitze wird durch die Seitenflügel des Samenkörpers gebildet. (Eine solche Ausrandung sehen wir auch an Fig. 1 und 4 der Heer'schen Abbildung seines *Pterospermites vagans*,

nur ist zu bemerken, dass der Same in umgekehrter Stellung gezeichnet erscheint). Bei Fig. 52 und 54 bilden die Seitenflügel förmliche Lappen.

Die Varietät *d* Fig. 55—60 umfasst Samen, deren schwach gekrümmter Körper mit seinem Basalflügel, einen deutlichen Winkel bildet. Das dadurch gebildete Knie tritt mehr hervor als bei den obigen Varietäten. Überdies besitzt Fig. 55 einen auffallend kurzen Basalflügel, Fig. 57 einen verhältnissmässig langen und schmalen Körper. Fig. 60 einen auf der concaven Seite entwickelten breiten Seitenflügel, welcher mit dem Basalflügel verschmilzt. Bei Fig. 56 zeigt sich ein mehr gekrümmter Samenkörper und dadurch der Übergang zur nächsten Varietät *e*.

Dieselbe ist durch den stärker gekrümmten Samenkörper und die fast quere Insertion des Basalflügels ausgezeichnet. Es bildet sich manchmal eine grössere oder tiefere Ausrandung an der Spitze des Samens durch die Krümmung des Körpers. Hieher gehören Fig. 61—68; ferner die als *Pterospermites lunulatus* Heer l. c. benannten Samen. Bei Fig. 61 und 62 bemerkt man einen breiten nach abwärts schnell verschmälerten Basalflügel, bei Fig. 63 und 64 einen an der Spitze stark ausgerandeten Körper; bei Fig. 64—67 kreuzt sich die Axe des Samenkörpers mit der des Basalflügels fast unter rechtem Winkel.

Ein wichtiges Beweismittel dafür, dass die beschriebenen Samen zu *Glyptostrobus europaeus* gehören müssen, liefert auch das Vorkommen derselben. An jenen Stellen in den Schichten von Schönegg, wo die Zweige und Früchte dieser fossilen Pflanze häufig erscheinen, sind sicher auch diese Samen zu finden. Den schlagendsten Beweis dieser Zusammengehörigkeit aber bieten die Stücke Nr. 3148 *a* und *b*, welche in Fig. 40 und 41 abgebildet sind, wo bei dem einen der fragliche Same neben dem Zapfen liegt, den er eben verliess, bei dem andern aber noch am Abdruck des Zapfens selbst wahrzunehmen ist.

Glyptostrobus Ungeri Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 52, Taf. 18, Fig. 1. — Flora foss. arct. III, Groenland, p. 15, t. 1, f. 12; IV. Spitzbergen, p. 58, t. 11, f. 2—8, t. 12, f. 1, t. 31, f. 6 *b*; V. Sibirien, p. 38, t. 9, f. 9 *a*, 10—13, t. 13, f. 2 *b*, 3, 4 *b*, c; VI., Nord-Canada, p. 12, t. 1, f. 4—6; VII, Tertiärfl. Groenlands, p. 61, t. 66, f. 5 *c*, 9, t. 70, f. 9, 10, t. 85, f. 6—8.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K.k. N.H.M. Nr. 995, 5004; N. Coll. Ett. Nr. 3345—3371.)

Es liegen beiderlei Zweigformen dieser Art vor, und zwar bei einigen Exemplaren noch in Verbindung miteinander an einem und demselben Zweige. Bemerkenswerth ist, dass die meisten der Form mit abfälligen Zweigchen den aus der arctischen fossilen Flora zu Tage geförderten Zweigchen dieser Form am ähnlichsten sind. Ein schönes Zweigchen vom Neu-Josephi-Tagbau Nr. 3349 und 3350 gleicht den a. a. O. Fig. 4 und 6 abgebildeten aus der Tertiärflora von Nord-Canada ausserordentlich viel; an derselben Lagerstätte fanden sich noch ein Zweigchen Nr. 3355, sehr ähnlich dem cit. in Fig 6 *b* dargestellten Zweigchen aus den Tertiärschichten Spitzbergens, und ein drittes, Nr. 3354, ähnlich dem im III. Bd. der arctischen fossilen Flora, Taf. 1, Fig. 12 abgebildeten aus den Tertiärschichten Grönlands. Am Maria-Stollen kam ein Zweig, Nr. 3353, beide Formen an sich tragend, zum Vorschein, welcher zu dem im IV. Bande des citirten Werkes Taf. 11, Fig. 2 abgebildeten Zweige vom Cap Lyell auf Spitzbergen vollkommen passt. Endlich erschienen aus den Schichten des Johanni-Stollens abfällige Zweigchen, welche den oben cit. Fig. 1, Taf. 12 von Spitzbergen, Fig. 6, Taf. 85 von Nauhat in Grönland (Nr. 3351) und Fig. 10 und 12, Taf. 9 aus der Tertiärflora Sibiriens am meisten ähnlich sind.

Ord. ABIETINEAE.

Sequoia Couttsiae Heer.

Taf. I, Fig. 69—70.

Heer, Flora fossilis arctica, I, p. 94, t. 3, f. 1; t. 8, f. 14; t. 45, f. 19; II, p. 464, t. 41, f. 1—9; t. 42, f. 1; t. 48, f. 4 *d*, *e*; III, p. 7; VII, p. 63, t. 68; f. 6 *b*. Miocäne baltische Flora, S. 55, Taf. 13, Fig. 17—25; Taf. 11, Fig. 17—19.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3372—3380.)

Die Samen Fig. 69 und 70, welche beim Johanni-Stollen zum Vorschein kamen, stimmen mit den von Heer abgebildeten Samen von Bovey-Tracey Fig. 38 und 47 am meisten überein, sind aber kleiner als die aus der miocänen Baltischen Flora zum Vorschein gekommenen. Doch kann über die Gleichartigkeit aller dieser Samen kein Zweifel bestehen, da aus den Tertiärschichten von Bovey-Tracey neben den erwähnten kleinen Samen auch solche vorliegen, welche denen der Baltischen Flora in der Grösse gleichen. An der genannten Lagerstätte fanden sich auch die Zweigchen dieser Art; am Neu-Josephi-Tagbau aber nur die letzteren. Das Vorkommen dieser Fossilreste ist hier als selten zu bezeichnen.

Pinus Palaeo-Strobus m.

Taf. I, Fig. 71—75.

Ettingsh., Häring, Taf. 8, Fig. 22—23. — Phylogenie d. Pfl. ,I, Taf. 1, Fig. 8—10, 14. (Es sind hier nur die Reste aus Schoenegg citirt.)

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 983, 984, 1210, 5084—5088, 7676—7679; N. Coll. Ett. Nr. 3381—3392.)

Es sind bis jetzt nur die Samen dieser Föhre und zwar nicht selten hier zum Vorschein gekommen. Die Flügel trennen sich mit abgestutzter Basis von dem Samenkörper, so wie bei *Pinus Strobus*. Fig. 71 und 72 stellen losgetrennte Samenflügel, Fig. 73 und 74 vollständig ausgebildete Samen, Fig. 75 einen verkümmerten Samen sammt Flügel dar.

Pinus prae-taedaeformis m.

Taf. I, Fig. 90.

Ettingsh., Phylogenie d. Pfl., I, S. 77, Taf. 2, Fig. 3—5; Taf. 3, Fig. 7.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 5109, 5110, 7771—7773; N. Coll. Ett. Nr. 3393—3399, 3401—3408, 3417.)

Die Scheide des Nadelbüschels ist kurz, an dem hier abgebildeten Exemplar nur 6 *mm* lang; die Nadeln sind fast so dünn wie bei der vorhergehenden Art, stehen aber nur zu dreien beisammen.

Pinus taedaeformis Ung.

Taf. I, Fig. 80—82.

Unger, Iconographia plant. foss. p. 25, t. 13, f. 4. — Ettingsh., l. c. S. 77, Taf. 3, Fig. 1; Taf. 5, Fig. 1—3; Taf. 6 Fig. 6.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 890, 941, 942, 1078 *a*, 7782—7784; N. Coll. Ett. Nr. 3400, 3409—3416, 3418—3420, 3422—3430, 5286.)

Die Scheide des Nadelbüschels ist 14*mm* lang und darüber; die zu dreien beisammen stehenden Nadeln sind stärker als bei *Pinus Palaeo-Strobus*.

Der hier abgebildete Same kommt in Begleitung der Nadeln vor. Derselbe hat einen nach vorne mehr breiten Flügel und länglichere Samen als bei *Pinus Laricio*. Fig. 81 stellt einen sterilen Samen dar, dessen Flügel aber die oben erwähnte Verbreiterung beibehielt.

Pinus post-taedaeformis m.

Taf. I, Fig. 91, 92.

Ettingsh., Phylogenie d. Pfl., l. c. Taf. 4, Fig. 2—5; Taf. 6, Fig. 5.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 7785; N. Coll. Ett. Nr. 3431—3433 3466.)

Die Scheide ist von der Länge der vorhergehenden Form; die zu dreien im Büschel vorkommenden Nadeln erreichen die Breite von 1·3*mm*.

Pinus cycloptera Sap.

Taf. I, Fig. 89.

Saporta, Études etc. II, p. 225, Taf. 3, Fig. 11. — Syn.: *Pinus Pseudo-Strobus* Brongn. Ann. sc. nat. XV, p. 46, Taf. 3, Fig. 3.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3433 *a* und *b*.)

Von genannter Fundstelle liegt ein Same vor, der dem Charakter der Species noch besser entspricht als der Same von Armissan. Der Flügel ist breit, rundlich-elliptisch, an der Spitze abgerundet-stumpf; ein rundlicher Samenkörper an der schiefen Basis desselben eingefügt. Die Consistenz des Flügels ist ziemlich derb, wie dies auch die a. a. O. abgebildeten Samen Fig. 11 *A* und 11 *A'* erkennen lassen.

Pinus Prae-Cembra m.

Ettingsh., Phylogenie d. Pfl. l. c. Taf. 3, Fig. 2—5.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 7790, 7791; N. Coll. Ett. Nr. 3434, 3535.)

Die zu dreien im Büschel stehenden Nadeln haben die Breite der Nadeln von *Pinus taedaeformis*, sind aber kürzer als diese. Die Scheide ist sehr kurz.

Pinus hepios Ung.

Unger, Iconographia plant. foss. p. 25, t. 13, f. 6, 7, 9. — Ettingsh., Phylogenie d. Pfl., l. c. S. 73—75, Taf. 3, Fig. 4 *b*; Taf. 7, Fig. 12—14; Taf. 8, Fig. 2a u. 4*b*; Taf. 9, Fig. 9; Taf. 10, Fig. 6.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 981, 1206, 5098, 7699, 7700; N. Coll. Ett. Nr. 3421, 3436—3442.)

Von dieser Art sind an ersterer Localität die Nadeln und männlichen Blüthen gesammelt worden, welche mit denen aus den Schichten des Moskenberges bei Leoben vollkommen übereinstimmen. Am Neu-Josephi-Tagbau sind nebst den Nadeln auch Reste der Samen (Nr. 3436 und 3437) gefunden worden.

Pinus Laricio Poir.

Heer, Miocäne Baltische Flora. Taf. 1, Fig. 1—18. — Ettingsh., Phylogenie d. Pfl., Taf. 7, Fig. 4, 8, 9, 11; Taf. 8, Fig. 6. (Nur die Schoenegger-Reste citirt.)

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 887—889, 985, 986, 7722—7726; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3443—3465.)

Es liegen Nadelbüschel und einzelne Nadelblätter, Zapfenreste und Samen dieser Art vor, welche den aus den Tertiärschichten von Leoben zum Vorschein gekommenen vollständig gleichen.

Pinus prae-silvestris m.

Ettingsh., Phylogenie d. Pfl., Taf. 1, Fig. 5, 6; Taf. 7, Fig. 15—21; Taf. 9, Fig. 10; Taf. 10, Fig. 7—9, 16.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 982, 7734—7738; N. Coll. Ett. Nr. 3467—3482, 5203, 5250.)

Es sind hier die männlichen Blüthen, die Samen und Nadelbüschel zum Vorschein gekommen.

Pinus Prae-Pumilio m.

Taf. I, Fig. 76—79.

Ettingsh., Phylogenie d. Pfl. Taf. 9, Fig. 1—8; Taf. 10, Fig. 1*a*, 10*a*, 11—15.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 5106—5108, 7753, 7754; N. Coll. Ett. Nr. 3483—3492.)

Von dieser Art sind hier Nadelbüschel und einzelne Nadeln, Samen, Zapfenschuppen und männliche Blüthen gesammelt worden. Zu den schon a. a. O. abgebildeten Resten füge ich noch das Nadelbüschel Fig. 79, die Samen Fig. 77, eine Schuppe Fig. 76 und eine männliche Blüthe Fig. 78 hinzu. Die Ähnlichkeit dieser Reste mit den entsprechenden Theilen von *Pinus Pumilio* ist höchst auffallend.

Pinus Palaeo-Pinea sp. n.

Taf. I, Fig. 86, 87.

P. amentis masculis parvis gracilibus cylindricis: strobili squamis oblongis, apophysi crassa angulata, tenuiter striata, umbone prominente transverse rhombeo.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3493—3496.)

Die vorliegende Zapfenschuppe Fig. 87 zeigt in allen Eigenschaften eine grosse Ähnlichkeit mit denen von *Pinus Pinea*. Ein männliches Blüthenkätzchen, Fig. 86, welches sich mit der oben beschriebenen Schuppe fand, scheint am meisten mit denen der genannten lebenden Art übereinzustimmen, weshalb ich selbes mit obiger Schuppe vereinige.

Pinus goniosperma sp. n.

Taf. I, Fig. 88.

P. seminum majorum nucleo angulato, producto, ala oblonga, oblique inserta.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3497, 3498.)

Ein auffallend grosser Same, welcher sich durch seinen winkelig vorgezogenen Kern auszeichnet. Der demselben schief aufsitzende Flügel ist nur doppelt so lang, gleichbreit und am freien Ende abgerundet-stumpf.

Pinus stenosperma sp. n.

Taf. I, Fig. 83—85.

P. seminum nucleo angustissime cuneato; ala oblonga, basi angustata oblique inserta, apice attenuata.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3499—3501.)

Der Samenkörper ist auffallend schmal und verlängert. Die grösste Breite, die gegen das obere Ende hin fällt, beträgt nur 2 *mm*, die Länge desselben aber 10 *mm*. Die Verschmälerung von oben nach unten ist eine allmählige. Der Flügel sitzt mit schiefer Basis auf und zieht an einer Seite des Samenkörpers bis nahe zum Grunde herab. Die grösste Breite des Flügels beträgt 4 *mm* und liegt in seiner Mitte. Von da ab verschmälert er sich nach beiden Enden fast gleichmässig. Die Spitze des Flügels ist stumpf.

Araucaria schoeneggensis sp. n.

Taf. I, Fig. 93.

A. strobili squamis sublignosis, anguste cuneatis, apice incrassato brevissime appendiculatis.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3502.)

Eine Zapfenschuppe, welche zweifelsohne zu *Araucaria* gehört und mit den Schuppen der *A. Sternbergii* Goepp., von denen mir schöne Exemplare aus den Schichten von Häring zur Vergleichung vorliegen, am meisten übereinstimmt. Doch fällt ein Unterschied in der Form der Schuppen auf, welcher darin besteht, dass bei der letzteren Art die verdickte Spitze mehr erweitert ist und das Anhängsel daselbst etwas grösser erscheint als bei der Schuppe vom Johanni Stollen. Wiewohl dieser Unterschied geringfügig erscheinen mag, so glaubte ich doch gut zu thun, das Fossil von Schönegg einer besonderen Art zuzuweisen, denn ich habe unter den vielen Schuppen der *Araucaria Sternbergii*, die ich zu vergleichen in der Lage war, keine gesehen, welche als Übergangsform betrachtet werden könnte.

Dieses Fossil ist bis jetzt der einzige Beleg für das Vorkommen von *Araucaria* in der Flora von Schönegg.

Ord. TAXINEAE.

Podocarpus eocenica Ung.

Taf. I, Fig. 94.

Unger, Fossile Flora von Sotzka, S. 158, Taf. 23, Fig. 11—16. — Sylloge plant. foss. I, p. 10, t. 3, f. 4—7. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 53, Taf. 20, Fig. 3.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1294, 5142; N. Coll. Ett. Nr. 3503.)

Es liegen nur wenige Blattreste vor, welche zu den von Unger abgebildeten Blattfosilien dieser Art am besten passen. Das am besten erhaltene Exemplar ist in Fig. 94 abgebildet.

Ord. EPHEDREAE.

Ephedrites sp.?

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1022.)

Fragmente von Stämmchen, welche einigen der von Unger und Heer als *Ephedrites sotzkianus* beschriebenen sehr ähnlich sehen. Spuren von Scheiden sind an denselben nicht wahrnehmbar.

B. Monocotyledones.

Class. GLUMACEAE.

Ord. GRAMINEAE.

Arundo Goepperti Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 62, Taf. 22, Fig. 3, Taf. 23.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 897, 5156, 5157; N. Coll. Ett. Nr. 3509—3537.)

Es sind Rhizome, Halme und Blätter dieser fossilen Pflanze hier zum Vorschein gekommen. Es liegt ein Rhizomfragment mit daran haftendem Halme und ein anderes mit vielen Narben der abgefallenen Wurzeln vor.

Phragmites oeningensis A. Braun.

Taf. I, Fig. 95, 96.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 64, Taf. 22, Fig. 5; Taf. 23 und 24; Taf. 27, Fig. 2 *b*; Taf. 29, Fig. 3 *e*; Bd. III, Taf. 146, Fig. 18, 19.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn; Haag. (K. k. N. H. M. Nr. 871, 872, 5145—5155, 7804, 7805; N. Coll. Ett. Nr. 3538—3582.)

Es liegen viele Halm- und Blattfragmente, sowie auch Adventivwurzeln dieser Art hier vor. Ein Bruchstück eines Rhizomausläufers, vom Johanni-Stollen stammend, trägt einen Ast am Knoten in ganz ähnlicher Weise wie das schöne, von Heer a. a. O. dargestellte Exemplar Fig. 2. Ein zweites nur 4 *mm* breites Fragment eines solchen Ausläufers von ebendaher, unsere Taf. I. Fig. 95, entsendet an zwei Knoten abwechselnd je einen Ast, dessen Dicke 3 *mm* beträgt. Ein drittes Exemplar Fig. 96 entspricht vollkommen den a. a. O. Fig. 5 *b* abgebildeten Rhizom, zeigt grosse im Wirtel an den Knoten gedrängt gestellte Wurzelnarben, aber keine Wurzeln. Ein Halmstück von ebendaher passt zur Fig. 3, Taf. 24 l. c.; ein Blattfragment von Neu-Josephi-Tagbau zur Fig. 6 l. c.

Von losgetrennten Adventivwurzeln sind mehr oder weniger vollständige Reste an allen genannten Localitäten gesammelt worden. Um auf die Übereinstimmung der hier vorkommenden Pflanze mit der aus den Tertiärschichten der Schweiz zu Tage geförderten hinzuweisen, habe ich nur noch zu erwähnen, dass ein Wurzelfragment vom Johanni-Stollen (Nr. 3549) fast genau so aussieht wie Fig. 5 *d* l. c. von Öningen und dass Nr. 3552 genau der Fig. 5 *e* l. c. (von Paudex) und Nr. 3550 der Fig. 5 *c* l. c. von Öningen entspricht. Beide

Stücke stammen von derselben Stelle beim Johanni-Stollen wie die oben bezeichneten und ich füge noch hinzu, dass dort auch Blatt- und Halmreste gefunden worden sind, welche zu den Fig. 1, 3, 6, 8 und 10 *a* l. c. abgebildeten, meist in Öningen gesammelten Stücken passen. Da die erwähnten Fossilreste vom Johanni-Stollen sämmtlich ein und derselben Schichte entnommen wurden, so ist es höchst wahrscheinlich, dass *Phragmites oeningensis* unweit dieser Ablagerungsstelle sehr häufig vorkam; immerhin ist es möglich, dass die bezeichneten Reste von ein und demselben Individuum herrühren.

Gen. *PALAEO-AVENA* m.

Spiculae 1—3-florae, paniculatae; glumae 2, membranaceae breviter aristatae, parum inaequales, 5—7-nerves, rarissime 3-nerves, nervis prominentibus, medio paullo validiore, lateralibus inaequalibus, externis saepe marginalibus: palearum arista torta (?), geniculata.

Diese Gattung unterscheidet sich von *Avena*, mit welcher sie nächstverwandt zu sein scheint, durch die stark hervortretenden Nerven der Balgspelzen und den etwas stärkeren Mittelnerv derselben. Bei *Avena* sind die 5—9 Nerven dieser Spelzen viel feiner und fast einander gleich.

Palaeo-Avena stipaeformis m.

Taf. II, Fig. 1–12.

P. spiculis 15—45 mm longis, 2—12 mm latis, glumis lineari-lanceolatis, basi parum angustata obtusiusculis, apice longe acuminatis, cuspidatis vel breviter aristatis.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 5212—5232; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3583—3624, 3634, 3635, 3639, 3641, 3642, 3645, 3648, 3649.)

Die 3—7-nervigen Balgspelzen, von welchen anfänglich nur unvollständige Fragmente zum Vorschein kamen, habe ich zuerst für Blattreste einer monocotylen Wasserpflanze gehalten und selbe der Gattung *Najadopsis* einverleibt. Die Fossilreste Fig. 3583—3608, welche beim Johanni-Stollen gefunden worden sind, liessen aber erkennen, dass hier Blüthenährchen einer Graminee mit grossen mehrnervigen Spelzen und deutlichen Spuren von Grannen vorliegen. Bei mehreren dieser Ährchen sieht man die dünnen Stielchen, welche sich bis 15 *mm* lang zeigen und wahrscheinlich noch viel länger gewesen sind, da manche als abgebrochen erscheinen. Es ist demnach anzunehmen, dass die Ährchen in ähnlicher Weise rispenartig angeordnet waren wie bei *Avena*, *Stipa* und Anderen. Bei den Stücken Fig. 7 und 10 bemerkt man zwei zum selben Blüthenährchen gehörige geöffnete Balgspelzen, aus denen aber die Blüthen mit ihren Spelzen bereits herausgefallen sind. Fig. 6 zeigt eine einzelne losgetrennte Balgspelze; während Fig. 8, 9 und 12 geschlossene Ährchen darstellen, aus denen einzelne Grannen hervorragen, die zu den Blüthenspelzen gehören. Wir sehen schmallanzettliche, an der wenig verschmälerten Basis stumpfliche oder fast abgerundete, gegen die Spitze zu lang verschmälerte Balgspelzen, die in eine kürzere oder längere Granne auslaufen. Letztere ist nur an wenigen Exemplaren deutlich, wie z. B. bei Fig. 10 und 12; in den meisten Fällen kann wegen der verletzten Spitze die Granne nicht wahrgenommen werden. Es sind meist 5, selten 7, sehr selten nur drei Längsnerven vorhanden, die scharf hervortreten und von denen der mittlere etwas stärker erscheint und in die Granne übergeht. Die Exemplare Fig. 3 und 5 zeigen einzelne von der Ährchenspindel losgetrennte Blüthen, deren (wahrscheinlich untere) Spelze am Rücken eine nach auswärts gebogene ziemlich lange Granne trägt. Endlich bemerkt man neben dem in Fig. 9 dargestellten Ährchen eine schmallanzettliche Kornfrucht, Fig. *b*, die höchst wahrscheinlich zur beschriebenen Graminee gehört. Ebenso dürfte der Blattrest Fig. 11, der auf dem Stück Nr. 3589 neben einer Balgspelze liegt und aus einer Schicht genommen wurde, in welcher mehrere Blüthenreste unserer Graminee und ein Halmbruchstück Fig. 6 *b* vorkamen, zur selben Pflanze gehören. Der erwähnte Halmrest liegt dicht neben einer Balgspelze Fig. 6 *a* und scheint dem obersten Theil des Halmes nahe der Blüthenrispe zu entsprechen. In derselben Schichte, beim Johanni-Stollen fanden sich noch die Halmbruchstücke Fig. 1, 2 und 4.

Die Vergleichung der beschriebenen Gramineæ mit den jetztlebenden führte zu den Arten von *Avena* mit grossen Spelzen. *A. sativa* zeigt 5—7-nervige Balgspelzen, die in der Form denen unserer Art ähnlich sind. Bei letzterer kommen jedoch viel stärkere Nerven vor, von denen der mittlere mehr hervortritt und in eine Granne übergeht. Eine auffallende Ähnlichkeit mit der fossilen zeigt die Balgspelze von *Stipa arenaria* Brot. Diese ist aber nur von drei Längsnerven durchzogen. Ich glaube demzufolge hier eine besondere Gattung annehmen zu sollen, die der Vorläufer von *Avena* gewesen sein dürfte. Die Ähnlichkeit mit *Stipa* ist in der Artbezeichnung angedeutet worden.

Poacites petiolatus sp. n.

Taf. II, Fig. 13.

P. foliis lineari-lanceolatis in petiolum angustatis; petiolo vagina angustissima instructo; lamina plurinervia, nervis parallelis tenuissimis valde approximatis, medio basi subprominente.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3625, 3626.)

Ein kleines schmales Grasblatt, dessen von mehreren sehr feinen Längsnerven durchzogener Flächentheil an der Basis in einen feinen Stiel sich verschmälert. Der Stiel steht mit dem Reste einer sehr schmalen Scheide in Verbindung. Die Blattfläche ist an dem oberen Ende abgebrochen, daher die Form derselben nicht mit Sicherheit bezeichnet werden konnte. Da aber das Blatt an der Bruchstelle sich etwas zu verschmälern beginnt und auch die Längsnerven daselbst schon etwas zusammenneigen, so ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Lamina eine schmallanzettliche Form hat. Ich reihe diese Gramineæ der Sammelgattung *Poacites* ein, zu welcher auch mehrere Fossilreste gebracht worden sind, die gewiss keine nähere Verwandtschaft zur Gattung *Poa* haben, späteren Untersuchungen die genauere Bestimmung auf Grund eines vollständigeren Materials überlassend.

Poacites pusillus sp. n.

Taf. II, Fig. 14.

P. foliis anguste linearibus, vagina brevi instructis; lamina paucinervia; nervis parallelis tenuissimis, medio prominente.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3627.)

Ein sehr kleines linienförmiges Grasblatt, dessen Flächentheil wie in den meisten Fällen ohne Vermittlung eines Stieles mit der Scheide in Verbindung steht, in einem schiefen Winkel von derselben abbiegend. Die nur 1 *mm* breite Lamina wird von nur drei sehr feinen Längsnerven durchzogen, von denen der mittlere stärker hervortritt. Weder die Lamina noch die Scheide ist vollständig erhalten; doch scheint letztere mehrmals kürzer als die erstere gewesen zu sein.

Diese fossile Grasart mag immerhin mit einer lebenden *Poa*-Art, vielleicht von der Tracht der *P. annua* zu vergleichen sein.

Poacites semipellucidus sp. n.

Taf. I, Fig. 97.

P. foliis anguste linearibus, nervis 1—5 longitudinalibus planis distinctis aequalibus, interstitiales 3—5 tenuissimos includentibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3652, 3653.)

Ein Bruchstück eines nur 3 *mm* breiten linealen Grasblattes von zarter Consistenz. Die Lamina ist von 4—5 Längsnerven durchzogen, welche dadurch sehr auffallen, dass sie breit, flach und hellfarbig sind. Es ist anzunehmen, dass das Blatt an diesen Hauptnerven durchscheinend war. Zwischen denselben bemerkt man 3—5 äusserst feine genäherte Nerven. Das Fossil lässt sich mit keiner der bisher beschriebenen Arten von *Poacites* oder einer anderen Gattung vergleichen.

Poacites subrigidus sp. n.

Taf. II, Fig. 15.

P. foliis firmis, subrigidis, 3·5 mm latis, nervis longitudinalibus, numerosis aequalibus, approximatis.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3643.)

Das vorliegende Fragment eines Grasblattes weiset auf ein etwas steifes Blatt hin; es ist wegen der vermehrten verkohlten Substanz der Abdruck desselben dunkler gefärbt als die der übrigen hier vorkommenden Gramineen-Blätter. Doch muss hervorgehoben werden, dass eine Verwechslung dieses Restes mit Abdrücken von Grashalmen völlig ausgeschlossen ist, denn letztere zeigen stets eine viel schärfere Contour und eine mächtigere Schichte der verkohlten Substanz, abgesehen davon, dass die Knoten stets mehr oder weniger deutlich sichtbar sind. Die Blattfläche ist von 12—16 ziemlich feinen, einander vollkommen gleichen und genäherten Längsnerven durchzogen. Die Vergleichung dieses Fossiles mit den bisher bekannt gewordenen Gramineen-Resten der Tertiärformation ergibt eine grössere Ähnlichkeit mit *Poacites rigidus* Heer l. c. Es unterscheidet sich jedoch letztere Art durch schmälere Blätter von derberer Beschaffenheit und durch die Stellung der Längsnerven, welche, obzwar in nahezu gleicher Zahl vorhanden, etwas feiner sind und dichter nebeneinander stehen als bei unserer Art.

Poacites rigidus Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 71, Taf. 26, Fig. 5. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I. Denkschr. Bd. XXVI, S. 25, Taf. 5, Fig. 6, 7.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 5178.)

Ein Fragment eines Grasblattes, welches in Bezug auf Form, derbere Textur und Nervation mit den a. a. O. beschriebenen Blattresten am meisten übereinstimmt.

Poacites schoeneggensis sp. n.

Taf. I, Fig. 98; Taf. II, Fig. 16—21.

P. culmis elongatis, 3— 4 mm latis, internodiis longis striatis; foliis membranaceis, 6 mm latis, nervis longitudinalibus numerosis, subaequalibus, marginem versus approximatis; paniculâ diffusa, spiculis lanceolatis vel oblongis aristatis; fructibus ovalibus, acutis, laevibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 5171; N. Coll. Ett. Nr. 3631—3633, 3636—3638, 3640, 3644, 3650, 3651, 3654—3656.)

Aus dem Material des Johanni-Stollens gewann ich mehrere Gramineen-Reste, Halme und Blätter, die in einem Gesteinsblock neben einander lagen, und welche höchst wahrscheinlich zu ein und derselben Art gehören; von derselben sind hier einige Stücke Taf. I, Fig, 98 und Taf. II, Fig. 17—19 abgebildet worden. In einem anderen Gesteinsstück, welches aber derselben Schichte entnommen wurde, fand ich die Kornfrüchte Fig. 20 und 21. Ich glaube nicht allzusehr zu irren, wenn ich diese Fossilreste als zusammengehörig betrachte. Die Halme sind am häufigsten vorgekommen; sie zeigen verlängerte gestreifte Internodien. Die Knoten treten zwar nicht deutlich hervor, sind aber an den Halmen stellenweise gut erkennbar. Die Blattreste verrathen ein zartes membranöses Blatt, dessen Lamina von vielen feinen Längsnerven durchzogen ist. Von diesen treten die 5—7 mittleren etwas stärker hervor und sind weiter von einander entfernt als die seitlichen, welche gegen den Rand zu sehr genähert erscheinen. Die 3 *mm* langen und etwas über 1 *mm* breiten Kornfrüchte sind eiförmig, fast zugespitzt, an der Basis spitz, an der Oberfläche glatt. Aus einem Gesteinstück derselben Schichte beim Johanni-Stollen erhielt ich das in Fig. 16 abgebildete Fragment einer Gramineen-Inflorescenz (N. H. Hofmuseum Nr. 5171). Dasselbe deutet auf eine ziemlich ausgebreitete Rispe. Die Ährchen sind eilanzettlich und mit kurzen Grannen versehen. Nach dem Vorkommen dieses Blüthenstandes ist es möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass er zu derselben Gramineen-Art gehört, von welcher die übrigen oben

beschriebenen Reste stammen. Die genannten Ährchen sprechen zwar nicht für die Gattung *Poa* selbst; im Übrigen würde die Tracht der beschriebenen Fossilreste nicht ein Hinderniss sein können gegen die Einverleibung derselben mit *Poacites*.

Poacites laevis A. Braun.

Heer, Tertiärflora, l. c. S. 69, Taf. 25, Fig. 10; Taf. 26, Fig. 7 *a*. — Ettingsh., Bilin I, S. 23, Taf. 6, Fig. 4.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3647.)

Es liegt nur ein einziges Stück Halmrest dieser Graminee vor, welches zu dem von Heer a. a. O. abgebildeten Halmbruchstück Fig. 10 *c* aus den Tertiärschichten von Öningen in allen Eigenschaften am besten passt.

Ord. CYPRACEAE.

Cyperus vetustus Heer.

Taf. I, Fig. 99.

Heer, l. c. Bd. I, S. 72, Taf. 26, Fig. 12.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3658, 3659.)

Das hier abgebildete Fossil entspricht dem in Heer's Tertiärflora l. c. Fig. 12 *a* dargestellten und als das obere Ende eines Halmes mit den davon abgehenden Doldenstrahlen gedeuteten Fossilreste. Die Strahlen, an deren Enden die hier verloren gegangenen Ährchen sassen, sind an unserem Fossil in etwas grösserer Zahl vorhanden, aber in gleicher Stellung wie an dem Fossil aus dem Kesselstein bei Öningen. Zufälligerweise ist auch das Halmbruchstück von gleicher Länge, Stärke und Richtung, so dass man auf den ersten Blick glauben möchte, man habe den Gegendruck des Schweizer Fossils vor sich. Die Blüthenstiele sind in zwei, manchmal in drei Ästchen getheilt, wie bei Fig. 12 *b* l. c. Am Grunde der Inflorescenz bemerkt man die Reste von zwei einander sehr genäherten, aber deutlich wechselständigen Deckblättern. Das untere Deckblatt ist bedeutend grösser als das obere. An Heer's Fossil ist nur der Rest Eines Deckblattes sichtbar, das in der Grösse dem unteren Deckblatt unseres Fossils entspricht. Der Halm ist 2 *mm* dick und zeigt blos Spuren einer feinen Längsstreifung, da der Abdruck desselben mit einer verkohlten, unregelmässig rissigen Substanz bedeckt erscheint. Als ich an einer Stelle die Kohle entfernte, konnte ich die Streifen deutlich sehen.

Die Bestimmung dieses Fossils würde zweifelhaft sein, wenn nicht von Heer ein zu demselben gehöriges Blüthenährchen entdeckt worden wäre. Ein ebensolches Ährchen, Fig 99 *b*, ist nun auch unweit der Fundstelle des oben beschriebenen Fossils zum Vorschein gekommen.

Cyperus Braunianus Heer.

Heer, l. c. Bd. I, S. 72, Taf. 22, Fig. 6; Taf. 27, Fig. 4, 5, 6, 7; Bd. III, S. 163, Taf. 147, Fig. 8, 9.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3657.)

Ein kleiner rundlicher Knollen von dem Aussehen der an dem kriechenden Rhizom hängenden Knollen des von Heer a. a. O. auf der Taf. 147 in Fig. 9 abgebildeten Exemplars. Dicht neben diesem Knollen liegt ein anderer grösserer und zwischen beiden bemerkt man den Rest eines aufsteigenden Halmes. Dieser gleicht in der Dicke und Oberflächenbeschaffenheit am meisten den a. a. O. Taf. 27, Fig. 6 abgebildeten Halmbruchstücken.

Cyperus laticostatus m.

Ettingsh., Foss. Flora von Sagor, I, S. 170, Taf. 2, Fig. 13.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 5184.)

Bis jetzt ist nur ein einziges Blattfragment dieser Art hier zum Vorschein gekommen, welches dem a. a. O. dargestellten Blattfossil aus den Schichten von Savine bei Sagor in allen Eigenschaften entspricht.

Cyperites subplicatus sp. n.

Taf. I, Fig. 100.

C. foliis 21 mm latis, basi subplicatis, nervis circiter 3—5 fortioribus, interstitialibus pluribus inaequalibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3660, 3661.)

Ein Bruchstück eines breiteren Blattes, welches der Nervation und Tracht nach wohl einer Cyperacee angehört haben mag. Das Blatt zeigt eine allmählige Verschmälerung gegen die Basis zu, ferner drei bis fünf stärker hervortretende Längsnerven, welche gegen den Grund hin in Falten überzugehen scheinen. Zwischen diesen Nerven verlaufen in ungleicher Zahl und Stärke mehrere feine Nerven. Querverbindungen zwischen diesen konnte ich keine wahrnehmen. Das Fossil erinnert wegen der leichten Faltung am Grunde an *Cyperites plicatus* Heer, dem aber viel stärkere fast das ganze Blatt durchziehende Längsfalten zukommen.

Class. HELOBIAE.

Ord. ALISMACEAE.

Gen. *RADIMSKYA.*

Flores uniscxuales, regulares; perigonium duplex, masculorum exterius triphyllum, calycinum persistens; foliolis basi connatis.

Radimskya trinervia sp. n.

Taf. II, Fig. 22, 22 *a*.

R. perigonii exterioris foliolis patentissimis, oblongis trinerviis, nervis aequalibus; lateralibus submarginalibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3662.)

Der in Fig. 22 und vergrössert Fig. 22 *a* abgebildete Blüthentheil gehört ohne Zweifel einer monocotylen Pflanze an und dürfte dem ausdauernden Theil eines sechsblätterigen Perigons entsprechen. Die drei Blättchen des äusseren Perigons sind am Grunde mit einander verwachsen, flach ausgebreitet, länglich und von drei ziemlich hervortretenden Nerven durchzogen. Diese sind nahezu gleich, die seitlichen dem Rande so sehr genähert, dass sie fast randständig erscheinen. Die Perigonblätter sind an ihrer Spitze mangelhaft erhalten. Am Grunde dieses Perigons bemerkt man nur die Spuren eines Gynoeceums, und zwar eines einfachen Ovariums. Es ist daher anzunehmen, dass hier eine männliche Blüthe mit einem rudimentären Gynoeceum vorliegt.

Die angegebenen Merkmale lassen nur auf drei Ordnungen der Monocotyledonen schliessen, bei welchen ein doppeltes regelmässiges Perigon und getrenntgeschlechtige Blüthen vorkommen, nämlich die Commelynaceen, Alismaceen und Palmen. Bei den ersteren und letzteren kommt nur Ein, bei den Alismaceen kommen mehrere oder viele Fruchtknoten vor. Hiernach wären die Alismaceen auszuschliessen. Wenn man jedoch in Erwägung zieht, dass bei dem verkümmerten Gynoeceum einer männlichen oder geschlechtslosen Blüthe die Anzahl der Fruchtknoten oft nicht bestimmt werden kann und es immerhin möglich ist, dass die weibliche Blüthe unserer Pflanze mehrere Fruchtknoten besass, so kann den Merkmalen des Gynoeceums hier kein entscheidendes Gewicht beigelegt werden und eine Alismacee doch angenommen werden. Um zu entscheiden, welcher von den genannten Ordnungen der beschriebene Blüthentheil einzureihen sei, fehlt uns also bis jetzt die systematische Grundlage, welche erst bei der Vorlage eines vollständigeren Materials geschaffen werden könnte. Doch sind wir in der Lage, uns bei dem Versuche der Bestimmung des fraglichen Fossils auf einen anderen Grund zu stützen, nämlich die Art des Vorkommens. Dasselbe fand sich mit zahlreichen Resten von *Ceratophyllum* und einigen Blattfragmenten von *Typha*. Wir dürfen deshalb annehmen, dass es einer Wasserpflanze angehört. Da aber von den oben aufgezählten Ordnungen nur die Alismaceen ausschliesslich Wasserpflanzen sind, so haben wir einen hinreichenden Grund, das beschriebene Fossil den letzteren zuzuweisen. Hier liess sich jedoch keine Gattung ausfindig machen, welcher das Fossil eingereiht werden könnte;

es ist daher für selbes eine eigene Gattung zu bilden, die ich zu Ehren des Herrn V. Radimsky, welcher sich um die Aufsammlung der fossilen Flora von Schoenegg grosse Verdienste erworben hat, benenne.

Class. CORONARIAE.

Ord. SMILACEAE.

Smilax grandifolia Ung.

Taf. II, Fig. 23—33.

Unger, Sylloge plant. foss., I, p. 7, t. 2, f. 5 a—c. — Ettingsh., Foss. Flora von Leoben, Denkschr. Bd. LIV, S. 279, Taf. 3, Fig. 5, 5*a*.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3664 a—c, 3665, 3678, 3679, 3681—3685, 3688—3708.)

Das Perigon, Fig. 23, passt vollkommen zu dem in Fig. 5 l. c. dargestellten vom Münzenberg bei Leoben. Es zeigt die Seitenansicht desselben. Die Perigonblättchen sind stumpflich, 1 *mm* breit, wie bei letzterem, jedoch 4 *mm* lang, also unbedeutend länger. Die drei Längsnerven konnten nur bei günstiger Beleuchtung wahrgenommen werden. Wollte man die Behauptung aufstellen, dass hier eine andere Art vorliege, bei welcher die Perigonblätter mehr aufgerichtet seien, daher ein glockenförmiges Perigon bilden, während die Blume vom Münzenberg ein flaches sternförmiges Perigon zeigt, so würde diese Behauptung dadurch hinfällig sein, dass in derselben Schichte ein zweites Exemplar zum Vorschein kam, welches ein sternförmig ausgebreitetes Perigon darstellt, sowie das aus der fossilen Flora von Leoben, und auch die dreinervigen Abschnitte so deutlich zeigt. Die Verschiedenheit der Form des Perigons bei ein und derselben Pflanze ist nur eine scheinbare und dadurch bewirkt, dass das ursprünglich flache Perigon nach dem Verblühen sich etwas schliesst, d. i. seine Abschnitte mehr glockenförmig zusammenneigen. Ein solches Perigon konnte in den Schlamm gebracht nur die oben erwähnte Seitenansicht bieten und zugleich nur die äussere Fläche der Zipfel zeigen, an welcher die drei Längsnerven weniger deutlich sichtbar sind als an der inneren Fläche. Letztere aber tritt an dem sternförmig ausgebreiteten Perigon zu Tage.

Ein drittes, hier in Fig. 24 abgebildetes Exemplar, aus der gleichen Schichte wie die vorigen Blüthenreste entnommen, gewährt die volle Bestätigung der Zusammengehörigkeit aller dieser Reste. Es zeigt ein von der Seite abgedrücktes Perigon mit daran haftendem Blüthenstielchen. Der oberständige Fruchtknoten im Grunde des Perigons war eben in der Fruchtbildung begriffen, als die verblühte halbgeschlossene Blume im Schlamme eingebettet wurde.

Aus dem Gesteinsmaterial, das mir vom Johanni-Stollen nach Graz geschickt wurde, sammelte ich die Fruchtfossilien Fig. 27—30, welche höchst wahrscheinlich zu *Smilax* gehören. Dieselben zeigen eine dünne verkohlte Substanz, welche gewiss keine harte holzartige Structur, vielmehr eine weiche fleischige Beschaffenheit verräth. Die Oberfläche ist unregelmässig runzelig, ähnlich der von verschrumpften Beeren. Diese Merkmale, sowie die kugelige Form passen sehr gut für *Smilax*-Beeren. Der Durchmesser dieser Beeren schwankt zwischen 2—5 *mm*. Da dieselben in der Gesteinsschicht nicht weit von einander lagen, so dürfen wir ungeachtet dieser Differenz in der Grösse nicht annehmen, dass verschiedene Arten solcher Beeren hier vorhanden seien. Überdies findet man in der zu Tage geförderten Suite (11 Stücke) einen allmäligen Übergang von den grössten zu den kleinsten Beeren und letztere schliessen sich der kleinen unreifen Beere, die noch im Grunde des Perigons sitzt (s. Fig. 24), vollkommen an.

Den Grund, warum ich das oben beschriebene Perigon zu *Smilax grandifolia* Ung. ziehe, habe ich a. a. O. bereits angegeben. Hier haben sich nun ebenfalls die Blattreste dieser Art gefunden, zugleich aber auch Stengelreste, die ich mit ziemlicher Sicherheit derselben einreihen zu können glaube. Die Stengelbruchstücke Fig. 25, 26 und 31—33 gehören zweifelsohne einer Schlingpflanze an. Fig. 26 zeigt deutlich Stacheln, Fig. 31 einen etwas stärkeren Zweig, von welchem ein solches mit Stacheln besetztes Zweigchen abgeht; Fig. 32, 33 gewundene Ranken. Ausserdem liegen noch mehrere Bruchstücke hin- und hergebogener oder gewundener Stengel und Ranken, theilweise mit Stacheln besetzt, vor; der dickste erreicht nahezu 20 *mm*

Durchmesser. Diese Reste passen vollkommen zu *Smilax*. Da nun dieselben sich mit obigen *Smilax*-Resten gefunden haben, so wird es keineswegs verfehlt sein, wenn wir sie mit diesen vereinigen.

Class. ARTORHIZAE.

Ord. DIOSCOREAE.

Asterocalyx styriacus m.

Taf. II, Fig. 34—41.

Ettingsh., Foss. Flora von Leoben, l. c. S. 281, Taf. 3, Fig. 1—4.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3665—3678, 3680, 3686, 3687, 5257.)

Es ist hier eine Reihe von Blüthenkelchen vorgekommen, welche die schon am a. O. auseinandergesetzten Eigenschaften bestätigen. Besonders interessant ist ein Seitenabdruck einer Blüthe, Fig. 38, mit dem Stielchen. Es kann deutlich wahrgenommen werden, dass der Fruchtknoten mit dem Perigon verwachsen ist, wodurch die Dioscoreen sich von den Smilaceen unterscheiden. Fig. 34—37 und 39—40 stellen mehrere Perigone von verschiedener Grösse dar. Wir haben eben bei *Smilax grandifolia* gesehen, dass die Perigone in der Grösse etwas abändern. Niemand wird aber behaupten wollen, dass diese Perigone zu verschiedenen Arten gehören, denn wir finden alle Übergänge zwischen denselben. Ebenso schwanken aber auch Merkmale, auf welche man bei lebenden Pflanzen mehr Gewicht zu legen berechtigt wäre. Bei Fig. 36 sind die Perigonzipfel alle sehr schmal und zugespitzt; bei Fig. 38 sind dieselben wenig spitz; bei Fig. 37 sind sie fast stumpflich und sämmtlich auffallend breit; bei Fig. 34 sind die Perigonzipfel auffallend ungleich; bei Fig. 40 sieht man ein merklich kleineres Perigon. Zwischen diesen Formverschiedenheiten des Perigons liegen aber so viele Übergangsformen, dass von einer Spaltung in einige Arten hier keine Rede sein kann. Mit den Perigonen kamen kleine Beeren, Fig. 41, vor, welche wahrscheinlich zur selben Pflanze gehören.

Class. SCITAMINEAE.

Ord. MUSACEAE.

Musophyllum styriacum sp. n.

Taf. II, Fig. 50, 51.

M. foliis subcoriaceis simplicibus, integerrimis; nervo primario valido, 10 mm et ultra crasso: nervis secundariis simplicibus congestis parallelis tenuissimis e nervo primario angulo 15 - 20° egredientibus dein in angulum 45° curvatis, nervis transversariis tenuissimis approximatis anastomosantibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3709—3714.)

Ein Blattfetzen, welcher, so mangelhaft er ist, doch mit aller Sicherheit einer monocotylen Pflanze aus der Classe der Scitamineen zugewiesen werden kann. Er gehört einem grossen, breiten, wahrscheinlich länglichen, ganzrandigen Blatt an. Die schwarzbraune Farbe des Abdruckes, hervorgerufen durch eine verhältnissmässig stärkere Schichte der verkohlten Blattsubstanz, deutet auf eine derbere Textur hin. Die Lamina zeigt Risse, wie solche an den breiten Blättern von Scitamineen sehr oft vorkommen. Die Nervation spricht ebenfalls für diese Abtheilung von Pflanzen. Der Primärnerv ist auffallend dick, obwohl am vorliegenden Fragment ganz nahe der Blattspitze. Aus demselben entspringen zahlreiche sehr feine, untereinander parallellaufende Secundärnerven unter sehr spitzen Winkeln, um dann in divigirendem Bogen nach auswärts zu ziehen, doch so, dass dieselben noch immer einen spitzen Winkel mit der Längsaxe der Blattfläche bilden. Diese Nerven sind nur 0·2 *mm* von einander entfernt, fast gleich fein oder mit schwach hervortretenden untermischt. Die Entfernung der letzteren von einander beträgt 1·5—3 *mm*. Bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 50 *a*) bemerkt man äusserst zarte kurze, genäherte Quernerven, welche die secundären verbinden.

Die Eigenschaften, welche bis jetzt zu ermitteln waren, lassen eine Musacee annehmen. Die Risse längs der Secundärnerven der Lamina, die sehr feinen ausserordentlich genäherten durch zahlreiche feine Quernerven verbundenen Secundärnerven, sowie die Divergenz am Ursprunge der letzteren erinnern an die Blätter genannter Ordnung.

Unter den bisher beschriebenen fossilen Pflanzen bemerken wir eine Art, welche unserer Musacee sehr nahe kommt; es ist dies *Musophyllum bohemicum* Ung. (Sylloge plant. foss. I, Tab. 1, Fig. 13). Dieselbe unterscheidet sich von unserer Art nur durch die unter rechtem Winkel vom Primärnerv abbiegenden Secundärnerven. Ob dieses Unterscheidungsmerkmal hier Giltigkeit hat, kann allerdings erst bei Vorlage eines vollständigeren Materials entschieden werden; es könnte ja gut möglich sein, dass das Blatt in der Mitte (einer solchen Stelle entspricht der von Unger abgebildete Rest) rechtläufige, hingegen an der Spitze schiefläufige Secundärnerven besitzt. Bis dahin mögen diese Reste getrennt bleiben.

Sicher verschieden von unserer Art sind aber die derselben ähnlichen *M. bilinicum* m. und *M. speciosum* Sap. durch convergirende Secundärnerven; *Zingiberites multinervis* Heer durch solche viel stärkere Nerven, die je 5 Zwischennerven zwischen sich einschliessen; endlich *Cannophyllites antiquus* Ung. durch entfernter von einander stehende, stärker hervortretende Secundärnerven.

Beim Johanni-Stollen hat sich neben einigen Blattfetzen unserer Art ein Same Fig. 51 gefunden, welcher mit *Musa*-Samen grosse Ähnlichkeit zeigt und wahrscheinlich hierher gehört.

Class. FLUVIALES.

Ord. NAJADEAE.

Zostera Ungeri m.

Taf. II, Fig. 45; Taf. III, Fig. 2, 3.

Ettingsh., Foss. Flora von Sagor, I, S. 172, Taf. 3, Fig. 6—17. — Syn.: *Zosterites marina* Ung. *Chloris protogaea*, p. 46, t. 16, f. 1—3. — *Caulinites radobojensis* Ung., l. c. t. 17, f. 2, (ex parte.)

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 3715—3731.)

Es sind Fragmente von Blättern und Rhizomen, dann auch Stolonen und durch solche verbundene junge Rhizome an beiden Localitäten vorgekommen. Die Blätter verrathen hier ihre zarte weiche Beschaffenheit sehr augenfällig. Sie sind auf die verschiedenste Weise gebogen, verdreht und zerrissen. Sie zeigen eine Breite von 1·5—2 *mm*, stimmen also in dieser Eigenschaft mit den Blättern aus der fossilen Flora von Sagor überein, während die Radobojer Blätter dieser Art gewöhnlich breiter sind.

Die hiesigen Rhizomstücke schwanken in ihrem Breitendurchmesser zwischen 4—6 *mm*; hingegen die Radobojer gewöhnlich zwischen 2·5—4 *mm*. Es zeigen sich aber alle Übergänge zwischen den schmalen und breiten Stücken, daher ein Artunterschied hiernach durchaus nicht zu begründen wäre. Als Beleg hiefür glaube ich nur angeben zu sollen, dass das breite Rhizomstück Fig. 45 vom Johanni-Stollen, welches seinen Eigenschaften nach vollkommen zu dem Rhizom der *Zostera Ungeri* passt, am meisten den von Unger als *Caulinites radobojensis* bezeichneten in seiner Chloris protogaea Taf. 16, Fig. 2 abgebildeten Rhizomstücken gleicht, daher auch diese letzteren, welche sogar eine Breite von 10—12 *mm* erreichen, zu *Zostera Ungeri* gehören müssen. An allen Rhizomen dieser Art fällt es auf, dass sie unregelmässig gebogen und oft wie geknickt erscheinen. (S. Taf. III, Fig. 3.) Hieraus ist zu schliessen, dass dieselben weich und saftreich waren. Diese Eigenschaft tritt an den Schönegger Rhizomen besonders deutlich hervor. Wir können deshalb nicht Heer's Ansicht theilen, welche dahin geht, dass die *Caulinites radobojensis* benannten a. a. O. abgebildeten Rhizome mit den steifen Rhizomen von *Arundo Goepperti* zu vereinigen seien.

Das in Fig. 2 auf unserer Taf. III dargestellte Fossil zeigt einen zwei junge Rhizome tragenden Ausläufer, entspricht daher vollkommen dem in Fig. 16 der citirten Flora von Sagor abgebildeten Stück. Die Gliederung der Rhizome ist jedoch an dem Exemplar vom Johanni-Stollen enger und feiner.

Caulinites schoeneggensis sp. n.

Taf. II, Fig. 46—49.

C rhizomate simplici articulato, articulis valde approximatis; caule epigaeo remote articulato tenuiter striato foliis linearibus latis; nervis plurimis parallelis, tenuibus, aequalibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3732—3735.)

Das Fossil Fig. 49 möchte man auf den ersten Blick für ein Bruchstück einer querrunzeligen Wurzel halten. Bei genauerer Untersuchung desselben aber, insbesondere bei der Vergleichung mit den fein quergestreiften jungen Rhizomen von *Zostera Ungeri* (s. Taf. III, Fig. 2) gelangt man zu einer ganz anderen Ansicht. Sowie dort sind auch hier keine blossen Runzeln oder bedeutungslosen Streifen vorhanden. Das Fossil ist viel mehr quergegliedert und die Glieder sind noch einander sehr genähert, wie bei den erwähnten jungen Rhizomen. Ob das hier beschriebene Rhizom auch aus der Knospung eines Ausläufers hervorging und ob derselbe noch andere solche Rhizome verband, ist der Analogie nach als sehr wahrscheinlich anzunehmen. Doch müssen wir wegen des bedeutenden Unterschiedes in den Grössenverhältnissen und einer anderen Tracht voraussetzen, dass das Fossil einer von *Zostera* verschiedenen Pflanzenform angehört, obwohl die angegebenen und die per analogiam erschlossenen Eigenschaften desselben für die Einreihung in die Najadeen sprechen.

Mit diesem Rhizom fanden sich Stengel und Blattreste, welche ich nur zur selben Pflanze bringen kann. Das Stengelfragment Fig. 48 zeigt feine genäherte Parallelstreifen, die hin und wieder durch kurze Querstreifen (Zwischenwänden von Luftgängen) mit einander verbunden sind, es trägt nahe seiner Mitte eine schwach sichtbare Abgliederung und verräth durch seine flache Form, dass der nun zusammengedrückte Stengel rund und hohl war, wie die Stengel vieler Wasserpflanzen. Die Blattreste Fig. 46 und 47 lassen sich sehr wohl mit den von Unger als *Caulinites radobojensis* bezeichneten (Chlor. prot. Taf. 17, Fig. 1) vergleichen. Es waren schlaffe weiche Blätter einer Wasserpflanze, die solche flache gebogene und geknickte Reste hinterliessen. Bei unserer Pflanze sind die Parallelnerven feiner und einander mehr genähert als bei der Pflanze von Radoboj, weshalb wir die Artverschiedenheit derselben annehmen müssen.

Ich bringe obige Reste zur provisorischen Gattung *Caulinites* und pflichte der Ansicht bei, dass die Fossilien, welche derselben mit Recht zugewiesen werden konnten, durchaus Wassergewächse aus der Ordnung der Najadeen gewesen sind.

Class. SPADICIFLORAE.

Ord. TYPHACEAE.

Typha latissima A. Braun.

Taf. III, Fig. 1.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz. Bd. I. S. 98. Taf. 13 u. 41. — Syn.: *Typhaelaipum marginatum* Ung., Icnographia plant. foss., p. 18. t. 7. f. 3—5.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 869, 870, 1051, 1055, 5290—5297; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3737—3748, 5245.)

Das breiteste Blatt erreicht hier 30*mm* Breite, nahezu die der a. a. O. abgebildeten Blattreste von Bilin. Dasselbe trägt 20 gleiche Hauptnerven, welche je 3—5 sehr feine Zwischennerven einschliessen, die nicht vollkommen gleich sind. Die häufigen Quernerven sind in ungleichen Distanzen von einander und selten gerade und senkrecht zu den Längsnerven, meistens mehr oder weniger schief, ja sogar geschlängelt. Stengelreste erhielt ich hier selten. Dieselben erscheinen zwar auch flach und mit Längs- und Querstreifen geziert, können aber von den Blättern durch die mehr verkohlte Substanz am Abdrucke leicht unterschieden werden. Auf einem Handstück (Nr. 3742) liegen Blatt- und Stengelrest beisammen. Wurzelreste fanden sich viele, darunter ein Exemplar, Fig. 1 vom Johanni-Stollen, welches dem von Heer l. c. Taf. 43, Fig. 6 dargestellten aus den Schichten von Öningen fast vollkommen gleicht, doch insofern vollständiger ist, als an demselben

auch der obere nackte Theil der Wurzel erhalten erscheint, während an dem Schweizer Stück nur der mit den langen rechtwinklig abgehenden Fasern dicht besetzte Theil derselben sichtbar ist. Wer also noch daran zweifelte, dass das citirte Fossil von Öningen eine Wurzel ist, wird durch unseren so deutlichen Wurzelrest eines Besseren belehrt.

Sparganium acheronticum Ung.

Unger, Iconographia plant. foss. l. c. p. 17, t. 7, f. 2. — Heer, l. c. Bd. I, S. 101. — Syn.: *S. stygium* Heer, Flora foss. arct. I, p. 97, t. 45, f. 2, 13 *d*; II, p. 467, t. 42, f. 4 *b*, 5, 5 *b*.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 869, 870, 1017; N. Coll. Ett. Nr. 3749.)

Es liegen nur Blattreste dieser Wasserpflanze vor. *Sparganium stygium* Heer l. c. Taf. 45, Fig. 1—4 will der Autor obwohl mit Bedenken, als von *S. acheronticum* nicht verschieden ansehen. Ich kann dem nicht beipflichten. Die citirte Abbildung stellt eine Pflanze dar, welche sich von der letzteren durch mehr genäherte viel feinere und gleiche Längsnerven unterscheidet, während *S. acheronticum* ungleiche, d. i. Haupt- und Zwischennerven und auch breitere Blätter besitzt. Dagegen halte ich die als *Sparganium stygium* bezeichneten Fossilreste in Heer's Flora foss. arct. l. c. für gleichartig mit *S. acheronticum*. Dies ist aus den in Parschlug und Schönegg vorkommenden Resten unzweifelhaft zu entnehmen. Aus dem Neu-Josephi-Tagbau erhielt ich Blattfragmente, welche mit den a. a. O. abgebildeten von Atanekerdluk in Grönland vollkommen übereinstimmen. Dass die an genannter Localität mit den Blattfossilien vorkommenden *Sparganium*-Früchte demzufolge ebenfalls der von Unger aufgestellten Art einzuverleiben wären, ist selbstverständlich, da dieser die Priorität zukommt.

Sparganium Neptuni m.

Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, S. 31, Taf. 7, Fig. 9—15, 17, 18.

Fundorte: Johanni-Stollen; Maria-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 3749b, 3750, 3751.)

An erstgenannter Localität kam ein Fruchtstand und ein Blattfragment dieser Art zum Vorschein. Beide Reste passen zu den a. a. O. dargestellten sehr gut, so dass eine Abbildung derselben überflüssig erscheint. Beim Maria-Stollen ist nur ein Blattbruchstück dieser Art vorgekommen.

Sparganium valdense Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. I, S. 100, Taf. 45, Fig. 6—8; Taf. 16, Fig. 6, 7. — Engelhardt, Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz, Nov. Act. Bd. XLVIII, S. 313, Taf. IX, Fig. 2.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau, (N. Coll. Ett. Nr. 3752—3757.)

Von dieser Art liegen nur Blattreste vor, welche mit denen der Schweizer Tertiärflora am meisten übereinstimmen.

Ord. AROIDEAE.

Aronium extinctum m.

Ettingsh., Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Radoboj, Sitzungsber. Bd. LXI, S. 44, Taf. 1, Fig. 32.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 5308; N. Coll. Ett. Nr. 3765—3769.)

Hierher zähle ich Wurzelreste, welche unverästelt, mehr oder weniger gebogen und geschlängelt sind, ähnlich den Luftwurzeln von *Anthurium* und anderen Aroideen eine weiche runzlige oder fast sammtartig rauhe Oberfläche zu besitzen scheinen. Bei allen diesen Resten sieht man das centrale Gefässbündel sehr deutlich als einen verkohlten Strang durchschimmern.

Ord. PALMAE.

Fragmenta Palmarum adhuc haud determinanda.

Taf. II, Fig. 52.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1000, 1014—1016, 5315—5317, 5319; N. Coll. Ett. Nr. 3758—3764.)

Das Vorkommen von Palmen in der fossilen Flora von Schönegg ist schon durch das Erscheinen mehrerer subtropischer Pflanzenformen daselbst als wahrscheinlich anzunehmen, wird aber durch die hier aufgefundenen Reste ausser Zweifel gestellt. Es erschienen beim Johanni-Stollen und am Neu-Josephi-Tagbau Fragmente von dem Stiel und der Lamina von Palmenblättern, an ersterer Lagerstätte aber ein Stück einer aufgerissenen Blüthenscheide; endlich am Neu-Josephi-Tagbau Bruchstücke des Stammes, welche denen von *Palmacites canaliculatus* Heer l. c. I, Taf. 40, Fig. 2 sehr ähnlich sehen. Mehrere Bruchstücke zeigten die Breite und das Aussehen der Blattstiele von Palmenblättern; die stark verkohlte Substanz der Abdrücke deutet auf eine sehr feste Beschaffenheit hin. Diese Reste, sowie die Fetzen der Lamina einer Fächerpalme wurden der grossen Unvollständigkeit wegen nicht in die Tafel aufgenommen. Das erwähnte Bruchstück einer Blüthenscheide ist in Fig. 52 dargestellt. Dasselbe zeigt die zahlreichen sich durchkreuzenden Zasern, welche beim Durchbrechen des Blüthenstandes aus ihrer Verbindung traten.

Ob diese Reste zu mehreren Arten oder nur zu Einer gehören und zu welcher, lässt sich erst bei Erlangung eines vollständigeren Materials bestimmen. Vorläufig muss man sich damit begnügen, aus denselben auf die Repräsentation der Palmen in unserer fossilen Flora schliessen zu dürfen.

C. Dicotyledones.

a) *APETALAE.*

Class. AQUATICAE.

Ord. CERATOPHYLLEAE.

Ceratophyllum tertiarium sp. n.

Taf. III, Fig. 4—15.

Ettingsh., Fossile Flora von Leoben l. c. I, S. 282.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn. (K. k. N. H. M. Nr. 885, 912, 913, 1019, 1020, 1032—1035, 1040, 5236—5281; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3770—3871.)

Ist eine der häufigsten Arten in der fossilen Flora von Schönegg und rechtfertigt die Annahme vieler Wasserpflanzen für dieselbe. Es finden sich zumeist Bruchstücke der di- bis trichotom-vielspaltigen Blätter mit ihren fädlichen Zipfeln, wie Fig. 4—5 zeigen, dann losgetrennte Stengelknoten Fig. 7—10. Letztere mit ihren im Kreise gestellten Lufträumen sind bereits a. a. O. beschrieben worden. Dass diese eigenthümlichen den Querschnitt des Stengels zeigenden Knoten (siehe die Vergrösserung Fig. 8 *a*), welche ich auch am Moskenberg bei Leoben, jedoch äusserst selten, gefunden habe, in der That zu *Ceratophyllum* gehören, konnte erst durch das Vorkommen dieser Reste in Schönegg bewiesen werden. Hier sind die zarten gegliederten *Ceratophyllum*-Stengel Fig. 11, 14 gesammelt worden, an welchen jene Knoten deutlich gesehen werden können, und zugleich die oben erwähnten Blätter. Die Knoten kommen selten allein, sondern gewöhnlich mit den Blattfragmenten und Stengelresten zusammen, oft dicht gehäuft vor; es unterliegt somit keinem Zweifel, dass sie sich durch Maceration von den zarten Stengeln losgetrennt haben.

Class. JULIFLORAE.

Ord. CASUARINEAE.

Casuarina Haidingeri m.

Taf. II, Fig. 42.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 38, Taf. 9, Fig. 17—23.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 5321, 6962, 6963; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3872, 3873.)

An der erstgenannten Localität sind Zweigbruchstücke und Früchtchen, an den übrigen nur Früchtchen zum Vorschein gekommen. Die Letzteren zeigen einen rundlich ovalen Körper und diesem schief eingefügten von einem zarten Mittelnerv durchzogenen häutigen Flügel, dessen Länge die des Körpers übertrifft. Diese Früchtchen stimmen mit denen der lebenden Casuarinen gut überein, z. B. der *C. suberosa* (s. Heer, Tertiärflora III, Taf. 150, Fig. 26.) Mit den Samen von *Glyptostrobus* können diese Früchte nicht verwechselt werden, da erstere einen anders geformten Körper und Flügel haben. Die zarten gegliederten Zweigchen dieser Art, welche die Casuarinen-Natur auf das deutlichste offenbaren, sind hier bis jetzt nicht ans Tageslicht gekommen. Dieselben mussten wohl so brüchig und hinfällig gewesen sein, dass es wahrhaftig zu wundern ist, wie solche überhaupt einmal (in Häring) sich erhalten konnten. Eine Widerlegung der gegen die Richtigkeit der Deutung dieser Reste gemachten Einwürfe halte ich in Anbetracht der vollkommen klaren Sachlage hier für überflüssig.

Ord. MYRICEAE.

Myrica lignitum Ung. sp.

Ettingsh., Beiträge zur Phylogenie d. Pflanzenarten, III, l. c. Taf. 12, Fig. 1—19. — Ettingsh. u. Standfest in Denkschr. Bd. LIV, S. 225, Taf. 1 u. 2. — Syn.: *Quercus lignitum* Ung., l. c.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn; Haag. (K. k. N. H. M. zahlreiche Exemplare; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 3874—4075 *a*.)

Von dieser hier sehr häufig vorkommenden Art haben sich beim Johanni-Stollen und Neu-Josephi-Tagbau Früchte, an letzterer Localität ein ganzer Fruchtstand gefunden, ferner viele Formen von Blättern, und zwar: 1. *parvifolia* selten; 2. *brevifolia* nicht selten; 3. *angustifolia* häufig; 4. *angustissima* häufig; 5. *longifolia* selten; 6. *grandifolia* nicht selten; 7. *integrifolia* nicht selten; 8. *subintegra* selten; 9. *undulata* selten; 10. *subdentata* nicht selten; 11. *denticulata* häufig; 12. *apocynoides* selten; 13. *dentata* häufig; 14. *remote dentata* selten; 15. *serrata* nicht selten; 16. *argute serrata* selten; 17. *crenata* selten; 18. *grandi-dentata* selten; 19. *grosse-dentata* selten; 20. *duplicato-serrata* selten; 21. *sublobata* sehr selten; 22. *lobata* sehr selten; 23. *latifolia* häufig; 24. *obovata* nicht selten; 25. *alata* nicht selten; 26. *acuminata* nicht selten; 27. *longe-petiolata* nicht selten; 28. *brevi-petiolata* selten; 29. *irregularis* nicht selten; 30. *falciformis* selten.

Die angegebenen Formen sind mit einer einzigen Ausnahme schon in meiner in Verbindung mit Herrn Prof. Standfest verfassten Abhandlung über *Myrica lignitum* aufgeführt und charakterisirt worden. In letzter Zeit hat sich eine neue Form, die *brevi-petiolata* (N. Ett. Coll. Nr. 4044 u. 4045) im Gesteine des Johanni-Stollens gefunden, deren vollständiger Stiel nur 2 *mm* lang ist, eine Differenz, die in der That bemerkenswerth ist, wenn man berücksichtigt, dass die Form *longe-petiolata* einen 50 *mm* langen Blattstiel aufweist. Von einer Artverschiedenheit kann aber deshalb keine Rede sein, weil sich zwischen diesen Extremen unzählige Mittelglieder gefunden haben. Die übrigen Eigenschaften der als *brevi-petiolata* bezeichneten Form sind: die Form entspricht der *angustifolia*, ist nach beiden Enden verschmälert; die Randbeschaffenheit ist wie bei der *denticulata*.

Von der f. *apocynoides* kamen aus dem Johanni-Stollen schmälere Blätter als bei Parschlug zum Vorschein.

Myrica Joannis m.

Ettingsh., Fossile Flora von Köflach, Jahrbuch d. k. k. geologischen Reichsanstalt, VIII. Band, 1857, S. 11, Taf. 1, Fig. 12.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1060, 1061.)

Diese Art ist vielleicht mit der Form *longifolia* oder *latifolia* der *M. lignitum* zu vereinigen, doch scheint die Nervation einen Unterschied annehmen zu lassen, welcher in Folgendem besteht: Die Secundärnerven steigen bei *M. Joannis* mehr im Bogen nach aufwärts, bilden keine Schlingen und laufen seltener in die Randzähne ein. Hingegen bilden diese Nerven bei den genannten Formen der *M. lignitum* Randschlingen und sind kürzer. (S. Taf. 1, Fig. 4 und 13 der oben citirten Abhandlung über *Myrica lignitum.*) Auch bei den anderen Varietäten der *M. lignitum* habe ich solche aufsteigende Secundärnerven nicht beobachtet.

Myrica integrifolia Ung.

Unger, Gen. et spec. plant. foss., p. 396. — Iconographia plant. foss., p. 32, t. 16, f. 6. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 36. — Syn.: *Myrica Sylvani* Ung., Sylloge plant. foss. III, p. 67, t. 20, f. 12, 13.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4075 *b.*)

Es ist bisher nur ein einziges Blatt, welches ich zu dieser Art zählen kann, in Schönegg vorgekommen. Dasselbe hat die Länge von 34 *mm* und die Breite von 15 *mm*. Der Rand ist ungezähnt, die Spitze abgerundet, die Basis stark verschmälert, so dass die Lamina daselbst beiderseits des Primärnervs einen schmalen Flügel bildet. Der Stiel, welcher nicht in seiner ganzen Länge vorliegt, ist bis 5 *mm* sichtbar. Die Nervation zeigt einen nur bis zur Mitte der Lamina hervortretenden Primärnerv, aus welchem 8—12 feine bogenförmige und geschlängelte Secundärnerven unter wenig spitzen Winkeln entspringen. Das Blattnetz ist nicht erhalten. Die Blätter der Form *integrifolia* der *Myrica lignitum* unterscheiden sich von dem beschriebenen durch eine stark verschmälerte Spitze und zahlreiche Secundärnerven. Keine der anderen Formen und Varietäten der *M. lignitum* stimmt mit der *M. integrifolia* in genügender Weise überein, um die Zusammengehörigkeit annehmbar erscheinen zu lassen. Letzteres ist auch aus dem Grunde weniger wahrscheinlich, weil *M. lignitum* in den Schichten von Radoboj, aus welchen die *M. integrifolia* zum Vorschein kam, nicht gefunden worden ist. Hingegen vereinige ich die an der Spitze abgerundeten und nach der Basis verschmälerten Blätter der *M. Sylvani* Ung., welche in denselben Schichten angetroffen worden sind, mit der *M. integrifolia* Ung., eine Ansicht, welche durch das beschriebene Blatt vom Johanni-Stollen Bestätigung findet.

Myrica salicina Ung.

Unger, Gen. et spec. plant. foss., p. 396. — Iconographia plant. foss., p. 32, t. 16, f. 7. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 36, Taf. 70, Fig. 18—20; Taf. 71, Fig. 1—4.

Fundorte: Johanni-Stollen; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1075; N. Coll. Ett. Nr. 4075 *c.*)

Der ungezähnte Rand, die gleichmässige Verschmälerung gegen die Basis und die Spitze, die zahlreichen Secundärnerven, welche aus einem stark hervortretenden primären abgehen, und die zartere Textur charakterisiren die hieher gebrachten Blätter. Ich war früher der Ansicht, die *M. integrifolia* mit dieser Art vereinigen zu sollen. Das Vorkommen in Schönegg hat mich jedoch veranlasst, diese Formen getrennt zu lassen, da selbe sowohl von einander als auch von den sehr ähnlichen *integrifolia* und *latifolia* der *M. lignitum*, wenn auch vielleicht nicht specifisch unterschieden werden können.

Myrica subaethiopica m.

Taf. II, Fig. 44, 44 *a.*

Ettingsh., Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora Steiermarks, Sitzungsber. Bd. LX, S. 27, Taf. 1, Fig. 29, 30.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1063—1066, 1131, 1238, 7166, 7177; N. Coll. Ett. Nr. 4338.)

Von der Form *angustifolia* und der schmalblättrigen *denticulata* der *M. lignitum* unterscheiden sich die Blätter dieser Art durch die stärkere lederartige Consistenz, die feinen nach vorne gekehrten Randzähne und mehr genäherten unter spitzeren Winkeln entspringenden Secundärnerven. Es fand sich eine zweite Art von *Myrica*-Fruchtstand Fig. 44 mit den Blättern dieser Art am Johanni-Stollen. Die Spindel ist dünner als bei dem Fruchtstand der *M. lignitum* und nicht gerade wie bei diesem, sondern auffallend hin- und hergebogen. Fig. 44*a* stellt eine Frucht in schwacher Vergrösserung dar.

Myrica deperdita Ung.

Unger, Gen. et spec. plant. foss., p. 395. — Iconographia plant. foss., p. 32. t. 16, f. 3—5. Heer, Tertiärflora d. Schweiz II. Band, Taf. 70, Fig. 13—16.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4075*d* und *e*.)

Die hier gefundenen Blätter, welche ich dieser Art einreihe, sind von der Form *brevifolia* der *Myrica lignitum* kaum zu trennen. Das Gleiche gilt auch von den in Heer's Tertiärflora d. Schweiz l. c. Fig. 15, 16 und von dem in der citirten Iconographie Fig. 5 dargestellten der *M. deperdita*. Bevor jedoch eine Vereinigung der letzteren mit der *M. lignitum* vorgenommen werden kann, müsste hierüber mehr Material und besonders ein Blattvorkommen der *M. lignitum* aus Radoboj vorliegen.

Ord. BETULACEAE.

Betula prisca m.

Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, S. 15, Taf. 11, Fig. 14—16. — Beiträge z. Tertiärflora Steiermarks, l. c. S. 29, Taf. 1 Fig. 24—26.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1112, 5415; N. Coll. Ett. Nr. 4076—4083.)

An erstgenannter Lagerstätte sind Früchtchen und Blätter, an den beiden anderen nur Blätter zum Vorschein gekommen. Die Früchtchen stimmen mit den am Moskenberg gesammelten und Fig. 25, 26 a. a. O. abgebildeten vollkommen überein. Die Blätter entsprechen den in der citirten Biliner Flora dargestellten am meisten.

Betula paucidentata sp. n.

Taf. II, Fig. 43.

B. foliis parvis petiolatis, subrotundis, apice paucidentata emarginatis, dentibus latiusculis cuspida brevissima instructis; nervatione craspedodroma, nervo primario tenui recto, nervis secundariis tenuissimis approximatis, sub angulis 40—50° orientibus, furcatis vel ramosis, rete inconspicuo.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4084.)

Ein kleines Blatt, anscheinend von derberer, jedoch noch nicht lederartiger Consistenz, welches den kleinen rundlichen Blättern der *Betula glandulosa* (vergl. Ettingsh., Apetalen, Denkschriften XV. Band, Taf. 7, Fig. 6 bis 8) sehr ähnlich sieht. Vom Stiel bemerkt man nur ein kurzes Bruchstück; derselbe dürfte aber nicht länger gewesen sein als der von *B. glandulosa*. Der vordere Theil der Lamina ist mit wenigen verhältnissmässig grossen breiten Zähne versehen, die in eine kleine Stachelspitze endigen. Durch eine an der Spitze liegende Zahnbucht erscheint das Blatt ausgerandet. Die untere Partie der Lamina ist ganzrandig. Von der Nervation bemerkt man nur einen feinen geraden, unterhalb der Spitze der Lamina kaum deutlichen Primärnerv, von welchem jederseits einige sehr feine Secundärnerven unter spitzen Winkeln abgehen. Die Secundärnerven sind meist verzweigt und randläufig.

Alnus Kefersteinii Goepp.

Unger, Chloris protogaea, p. 115. t. 35, f. 1—4. — Heer, Tertiärflora der Schweiz, Bd. II. S. 37. Taf. 71. Fig. 5—7.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 844, 1041, 1054, 1089—1092, 5425; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4085—4112.)

An den beiden erstgenannten Localitäten kamen Fruchtzapfen, einzelne Früchtchen und Blätter, an letzterer nur Blätter vor. Die Früchtchen sind denen der lebenden *A. cordifolia* ähnlich, mit welcher Unger die fossile Art verglichen hat.

Alnus gracilis Ung.

Unger, l. c. p. 116. t. 33. f. 5—9. — Heer, Tertiärflora l. c. Taf. 71. Fig. 8—12.

Fundorte: Johanni Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 954, 955, 1079, 1081—1088, 1110, 1111, 5426—5428, 7131, 7132, 7880; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4113—4134, 5296.)

Es fanden sich hier Fruchtzweige (Johanni-Stollen, Neu-Josephi-Tagbau), einzelne Fruchtzapfen und Früchte, dann Blätter. Diese Theile passen am besten zu den oben citirten Abbildungen.

Ord. CUPULIFERAE.

Quercus Palaeo-Ilex m.

Ettingsh., Fossile Flora von Leoben I, l. c. S. 289. — Ettingsh. u. Krasan, Beiträge zur Erforschung der atavistischen Formen, Denkschr. LVI. Band, S. 19.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn; Haag. (K. k. N. H. M. Nr. 945, 1096—1099, 1173, 1177, 1178, 5531—5534, 5566—5573; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4135—4214.)

Aus obigen Localitäten kamen alle Formen dieser Eichenart, die ganzrandigen und gezähnten zum Vorschein wie in Parschlug. Von den ersteren sind am häufigsten *Q. Daphnes* und *chlorophylla*; an diese reihen sich *Q. myrtilloides* und *elaena*. Eine neue ganzrandige Form konnte hier unterschieden werden, welche ich *Q. santalifolia* nenne. Dieselbe charaktersirt sich durch abgerundet-stumpfe Blätter von dünnerer Consistenz, unterscheidet sich aber in den übrigen Merkmalen in keiner Weise von der *Q. Daphnes*. Von den sehr ähnlichen in Schönegg häufig vorkommenden *Santalum*-Blättern unterscheidet sie sich durch die *Quercus* Nervation, welche auf Stücken Nr. 4153, 4195 und 4199 am besten zu sehen ist. Von den gezähnten Formen erscheint *Q. Lonchitis* am häufigsten, dann folgt *Q. mediterranea* und *Q. Zoroastri*; am seltensten ist *Q. urophylla*, welche nach dem Vorkommen in Parschlug und Schönegg durch Übergänge mit *Q Lonchitis* verbunden ist. Die Übergänge zwischen den ganzrandigen und gezähnten Formen, welche in Parschlug nicht selten zum Vorschein kamen, sind hier bis jetzt auf drei Fälle beschränkt. Zwei derselben sind auch in Parschlug vorgekommen, nämlich eine *Daphnes*-Form mit Zähnen und eine *Myrtilloides*-Form mit Zähnchen an der Spitze. Hingegen neu ist eine gezähnte *Elaena*-Form (N. Coll. Ett. Nr. 4203). Die Sparsamkeit, welche ich mir auferlegen muss, gestattet mir gegenwärtig nicht, diese Übergangsformen zur Anschauung zu bringen und verweise ich daher auf die Sammlungen.

Quercus Radimskyi sp. n.

Taf. III. Fig. 16, 16 *a*.

Q. foliis longe petiolatis, coriaceis acuto-ellipticis, apice producto grosse dentata, basi rotundato-obtusa integerrima; nervatione craspedodroma, nervo primario promin ulo, recto; nervis secundariis sub angulis 45—55° orientibus, arcuatis, simplicibus, inferioribus abbreviatis; nervis tertiariis angulo recto insertis, inter se conjunctis, rete microsynammatum includentibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 956; N. Coll. Ett. Nr. 4222.)

Der Blattstiel erreicht die Länge von 17 *mm*. Die Lamina zeigt eine breite vollkommen abgerundete Basis und eine schnell verschmälerte Spitze, welche mit grossen spitzen Zähnen besetzt ist. Die eine Blattseite zeigt

einige Zähnchen, die andere ist wie die Basis ganzrandig. Die Textur kann nach dem Eindruck, den das Blatt im Gestein hervorrief und nach der vermehrten verkohlten Substanz als lederartig bezeichnet werden. Der Primärnerv tritt bis zur Mitte der Lamina stark hervor, verfeinert sich aber in seinem Verlaufe gegen die Spitze zu beträchtlich. Die unteren Secundärnerven sind kurz, bogenläufig, die übrigen steigen im Bogen nach aufwärts, um in die Randzähne einzulaufen; alle sind ungetheilt. Die Tertiärnerven sind verbindend, rechtläufig, die meisten jedoch wie auch das Netzwerk an dem abgebildeten Exemplar nicht erhalten. An einem zweiten Blattfossil dieser Art, welches einem grösseren Blatte angehörte, ist das in Fig. 16*a* abgebildete Netz zu sehen.

Bei der grossen Mannigfaltigkeit der Formen, welche die vorhergehende Art aufweiset, wäre es immerhin möglich, dass Übergangsformen zu der beschriebenen einmal zum Vorschein kommen werden. Unter den zahlreichen Formen der *Q. Palaeo-Ilex* aber, die mir aus Parschlug vorliegen, kann ich keine solche herausfinden. Am nächsten stehen *Q. Zoroastri* und grössere breite in die letztere übergehende Formen von *Q. mediterranea*. Diese aber haben keine so sehr aufsteigenden langen Secundärnerven. Unter den lebenden Eichen finde ich keine so nahestehend als die *Q. Alamo* Benth. (Ettingsh. Blattsk. d. Apet. Taf. 10, Fig. 4) von Mexico.

Quercus drymeja Ung.

Unger, Chloris protogaea p. 113, t. 32, f. 1—4. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, III. Band, S. 50, Taf. 75, Fig. 18—20.

Fundorte: Johanni-Stollen; Maria-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1050, 1100; N. Coll. Ett. Nr. 4217—4221.)

Auch bei dieser Art könnte sich die Frage aufwerfen, ob nicht Formen erscheinen werden, welche sich als Übergänge zur *Quercus Palaeo-Ilex*, namentlich zu den früher *Q. Lonchitis, Cyri* und *urophylla* benannten Formen erweisen? Zur Beantwortung derselben müssen die Blätter der *Q. drymeja*, wo sich solche finden, einer genaueren Untersuchung unterzogen werden. Unter den hier zum Vorschein gekommenen finden sich: *a)* die echte Form mit grossen Randzähnen, verlängerter Spitze, unter Winkeln von 20—30° verlaufenden, am Ursprunge etwas convergirend gebogenen Secundärnerven; *b)* eine auffallend schmalblättrige Form mit groben Randzähnen ohne Dornspitzen, mit wenig verschmälerter Basis und gebogenen unter weniger spitzen Winkeln entspringenden Secundärnerven (Nr. 4218); endlich *c)* eine Form mit lanzettlicher Lamina und normaler Nervation, aber dornigen spitzen Randzähnen; die Textur erscheint auffallend derb (Nr. 4219). Die Form *b)* verräth allerdings eine Annäherung zur *Lonchitis*, doch ist diese noch nicht genügend, um darauf hin die Vereinigung der *Q. drymeja* und *Q. Palaeo-Ilex* begründen zu können. Die Form *c)* wäre wegen der Dornspitzen leicht mit *Castanea atavia* zu verwechseln; allein die derbe lederartige Textur und die Eichen-Nervation stehen einer solchen Verwechslung entgegen.

Castanea atavia Ung.

Unger, Foss. Flora von Sotzka, S. 34, Taf. 10, Fig. 5—7. — Ettingsh., Beiträge z. Tertiärflora Steiermarks l. c. S. 33, Taf. 2, Fig. 16—20. — Fossile Flora von Leoben I, Denkschr., LIV. Band, S. 292. — Syn.: *Castanea Kubinyi* Kov., Arbeiten d. geolog. Gesellsch. für Ungarn I, S. 25, Taf. 3, Fig. 1—7. — *C. Ungeri* Heer, Contributions to the foss. Flora of North Greenland, p. 470, t. 45, f. 1—3; t. 46, f. 8.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 943; N. Coll. Ett. Nr. 4223—4225.)

Ein Blattfossil (Nr. 4223) zeigt unter sehr spitzen Winkeln entspringende Secundärnerven und zugespitzte Randzähne ohne Dörnchen, vereinigt sonach Merkmale der Formen *C. Kubinyi* und *C. Ungeri*.

Fagus Feroniae Ung.

Unger, Chloris protog. p. 106, t. 28, f. 3, 4. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin I, S. 50, Taf. 15, Fig. 12—20, 22; Taf. 16, Fig. 1.

Fundorte: Johanni-Stollen, Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn. (K. k. N. H. M. Nr. 944, 1043, 1094, 1095, 1103—1107, 1109, 1118; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4226—4272.)

Es kommen hier bemerkenswerthe Abänderungen vor. Der Blattstiel erreicht die Länge von 28*mm* (bei 4251), die Lamina 135*mm* (4252). Die Basis ist abgerundet (4242), verschmälert (4237), ganzrandig (4229),

gezähnt (4226). Die Spitze ist kurz (4262); lang verschmälert (4231). Der Rand ist wellenförmig (4272); grobgezähnt (4244). In der Nervation weichen die hiesigen Buchenblätter von der Normalform nur wenig ab.

Carpinus Heerii m.

Ettingsh., Foss. Flora von Köflach, S. 13, Taf. 1, Fig. 9. — Foss. Flora von Bilin I, S. 48, Taf. 15, Fig. 10, 11.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 952.)

Kommt hier sehr selten vor. Es fanden sich nur Blätter, welche zu den a. a. O. abgebildeten am besten passen.

Ord. ULMACEAE.

Ulmus Bronnii Ung.

Unger, Chloris protogaea, p. 100, t. 26, f. 1—4. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, S. 62, Taf. 17, Fig. 9, 10; Taf. 18, Fig. 1—6.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn. (K. k. N. H. M. Nr. 957, 1119—1121, 5576, 5577, 7150; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4273—4292.)

Von dieser Art kamen bis jetzt nur die Früchte in Schönegg vor. Dieselben stimmen mit den in Bilin gefundenen und a. a. O. abgebildeten am meisten überein.

Ulmus longifolia Ung.

Unger, l. c. p. 101, t. 26, f. 5. (Nur das Blatt. — Ettingsh., l. c. S. 62, Taf. 18, Fig. 7—11. — Syn.: *Betula macroptera* Ung., l. c. t. 34, f. 7. (Nur die Frucht.)

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4293, 4294.)

Die Frucht, welche Unger mit den Blättern dieser Art vereinigte, gehört zu *Ulmus Braunii*; hingegen die als *Betula macroptera* Ung. bezeichnete Frucht zu *U. longifolia*. Die Gründe für diese Ansicht habe ich bereits in der oben citirten Abhandlung auseinandergesetzt. Nun hat sich dieselbe Frucht, die ich in Bilin mit den Früchten der *U. Braunii* und den Blättern der *U. longifolia* gefunden habe und die Unger *Betula macroptera* nannte, auch in Schönegg an obiger Lagerstätte gefunden, ebenfalls mit den Früchten der *U. Braunii*. Die Blätter jedoch sind bis jetzt nicht zum Vorschein gekommen.

Ulmus Braunii Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 79, Fig. 14—21; Bd. III, Taf. 151, Fig. 31. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, S. 64, Taf. 18, Fig. 23—26. — Syn.: *Ulmus minuta* Goepp., Tertiäre Flora von Schossnitz, S. 31, Taf. 11, Fig. 12—14. — *U. quadrans* Goepp., l. c. Fig. 4—6. — *U. elegans* Goepp., l. c. Fig. 7—9. — *U. dentata* Goepp., l. c. Fig. 11. — *U. urticaefolia* Goepp., l. c. Fig. 2, 3. — *Fructus Ulmi* Goepp., l. c. Fig. 18, 20. — *U. plurinervia* Ung., Cloris protog., p. 95, t. 25, f. 1—4. — *U. zelkovaefolia* Ung., l. c. t. 26, f. 8 (nur die Frucht). — *U. longifolia* Ung., l. c. f. 6 (nur die Frucht).

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 959—963, 987, 988, 1102, 1122—1125, 1135, 1137, 5595; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4295—4320.)

Das Vorkommen der *Ulmus*-Reste in Schönegg hat bezüglich dieser Art wichtige Aufschlüsse gegeben. Es haben sich hier drei verschiedene Fruchtarten von *Ulmus* gefunden, hingegen nur Eine Art von Blättern. Da die Blätter der beiden anderen Arten (*U. Bronnii* und *longifolia*) bereits aus anderen Lagerstätten (insbesondere Bilin und Leoben) bekannt sind, so kann es keinem Zweifel unterliegen, welche Frucht zu der in Schönegg vorkommenden Art von *Ulmus*-Blättern gehört. Es zeigte sich nun, dass es dieselbe Frucht ist, welche Heer zu seiner *Ulmus Braunii* und Unger zu *U. longifolia* und *zelkovaefolia* gestellt hat.

Die Blätter, welche Heer zu dieser Art brachte, sind am Rande doppelt gezähnt. Allein es kommen hier ausser solchen auch einfach gezähnte vor, und dieselben unterscheiden sich von den doppelt-gezähnten Blättern sonst in keiner Weise, wenn man von blossen Grössenverhältnissen, die da keinen wesentlichen Unterschied abgeben können, absieht. Hieraus folgt, dass die citirten von Goeppert aufgestellten *Ulmus*-Arten, welche

sich nur durch die obigen Merkmale der Randzahnung unterscheiden liessen, in Eine zusammenzufassen sind. Diese Blattformen kommen im Thon von Schossnitz beisammen vor und es ist möglich, dass sie alle auf ein und demselben Baume gewachsen sind. Von den verschiedenen Namen, welche dieser Art gegeben worden sind, wählte ich die Heer'sche Benennung, da Alexander Braun es war, der hieher gehörige Blätter aus dem Mergelschiefer von Öningen zuerst als *U. parvifolia* bezeichnete. Es kann aber dieser Artname nicht mehr für eine fossile Ulme verwendet werden, da bereits eine lebende Ulmen-Art so benannt ist.

Die Blätter, welche früher als *U. plurinervia* Unger bezeichnet wurden, sind nach dem Vorkommen derselben in Schönegg und Parschlug von den einfach gezähnten Blättern der *U. Braunii* nicht verschieden.

Planera Ungeri m.

Ettingsh., Foss. Flora von Wien, S. 14, Taf. 2, Fig. 5—18. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 60, Taf. 80. — Syn.: *Ulmus zelkovaefolia* Unger, Chloris protogaea, p. 94, t. 21, f. 7—13; t. 26, f. 7. Hieher gehören noch mehrere Synonyma, die aber hier nicht citirt werden, da selbe auf das Vorkommen in Schoenegg keinen Bezug haben.)

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau (K. k. N. H. M. Nr. 1126, 1127; N. Coll. Ett. 4321—4324.)

Es liegen aus den genannten Localitäten nur Bätter vor, welche mit den kleineren und kleinsten dieser Art, insbesondere den a. a. O. dargestellten am meisten übereinstimmen. Das kleinste hier zum Vorschein gekommene Blatt (4324) ist 9*mm* lang und 3*mm* breit.

Ord. MOREAE.

Ficus lanceolata Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 62, Taf. 81, Fig. 2—5; Bd. III, S. 182, Taf. 151, Fig. 34, 35; Taf. 152, Fig. 13.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1139—1141; N. Coll. Ett. Nr. 4332, 4333.)

Es kamen Fragmente von grossen Blättern (1139) und solche, die dem a. a. O. Taf. 152, Fig. 13 abgebildeten Blatte am meisten entsprechen, vor.

Ficus multinervis Heer.

Heer, l. c. S. 63, Taf. 81, Fig. 6—10; Taf. 82, Fig. 1. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, S. 68, Taf. 20, Fig. 5, 6.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1128.)

Bis jetzt ist nur ein einziges Fragment eines Blattes dieser Art hier zum Vorschein gekommen. Dasselbe zeigt die charakteristischen Merkmale des Blattes, namentlich die Nervation hinreichend deutlich, um über die Bestimmung des Fossils keinen Zweifel übrig zu lassen.

Ficus tenuinervis m.

Taf. III, Fig. 17, 18, 18 *a*.

Ettingsh., Beitr. z. Kenntn. d. Tertiärflora Steiermarks, S. 38, Taf. 2, Fig. 1. — Foss. Flora von Sagor, I, S. 184, Taf. 6, Fig. 8.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 953, 1138; N. Coll. Ett. Nr. 4325, 4331.)

An erstgenannter Lagerstätte haben sich nur Blätter gefunden, die mit den a. a. O. abgebildeten übereinstimmen. Vom Neu-Josephi-Tagbau erhielt ich das Blatt Fig. 18, welches zwar viel kleiner ist als die bisher zu Tage geförderten Blätter dieser Art, jedoch in der Nervation und den übrigen Merkmalen von denselben nicht abweicht. Das Netz, in Fig. 18*a* vergrössert dargestellt, ist vortrefflich erhalten. Mit diesem Blatte kam ein Fruchtfossil Fig. 17 vor, welches, da es eine grosse Ähnlichkeit mit einer kleinen *Ficus*-Frucht verräth, höchst wahrscheinlich zur gleichen Art gehört. Dieselbe ist auffallend länglich. Man sieht die Einfügungsstelle des Stieles am Zweigchen deutlich.

Ficus Jynx Ung.

Unger, Foss. Flora von Sotzka, S. 35, Taf. 12, Fig. 3. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, I, S. 69, Taf. 20, Fig. 2, 7

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4328.)

Eine Eigenthümlichkeit dieser Art scheint die häufig vorkommende ungleichmässige Entwicklung der Blatthälften zu sein. Es kam bis jetzt nur ein einziges Blatt hier vor, welches in seiner Form am meisten dem in Fig. 7 l. c. abgebildeten aus dem plastischen Thon von Bilin entspricht, von demselben aber durch eine auffallende Ungleichheit der Hälften, die erst in der Mitte des Blattes hervortritt, abweicht. Die Secundärnerven entspringen unter nahezu rechtem Winkel.

Ficus styriaca sp. n.

Taf. III, Fig. 19, 19*a*.

F. foliis longe petiolatis, coriaceis, oborato-oblongis, apice rotundato-obtusis vel emarginatis, basi angustatis, margine integerrimis; nervatione brochidodroma, nervo primario valido, recto, apicem versus attenuato, nervis secundariis sub angulis 55—65° orientibus, tenuibus, subflexuosis marginem versus ramosis, inter se conjunctis; nervis tertiariis angulis acutis egredientibus, tenuissimis, abbreviatis, ramosis, rete microsymmatum includentibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4326, 4327.)

Das Blatt besitzt einen wenigstens 12*mm* langen Stiel (der am Abdrucke vielleicht nicht in seiner ganzen Länge erhalten ist). Es fällt an dem Stiele eine verhältnissmässig dünne verkohlte Substanz auf, woraus man auf eine weiche Beschaffenheit desselben schliessen darf, also auf zahlreiche Milchsaftgefässe, die ihn durchzogen haben. Der Abdruck der Lamina verräth eine lederartige Consistenz, zeigt eine länglich-verkehrt-eiförmige ganzrandige Figur, eine abgerundet stumpfe fast ausgerandete Spitze und verschmälert sich allmälig in den Stiel. Der Primärnerv tritt bis zur Mitte der Lamina stark hervor und verfeinert sich dann sehr schnell. Die unter wenig spitzen Winkeln entspringenden Secundärnerven sind ziemlich fein, in ihrem Verlaufe gegen den Rand zu etwas geschlängelt und dann ästig, Randschlingen bildend. Die Tertiärnerven gehen von der Aussenseite der Secundären unter spitzen, von der Innenseite aber unter verschiedenen spitzen und stumpfen Winkeln ab, sind sehr fein und bilden durch ihre zahlreichen Verzweigungen und Anastomosen ein grobmaschiges Netz, welches ein zartes engmaschiges einschliesst. (S. die Vergrösserung Fig. 19*a*.)

Die Bestimmung dieses Blattes, als zu *Ficus* gehörig, unterliegt nach den angegebenen Merkmalen keinem Zweifel. Von den lebenden Arten zeigen die Blätter von *Ficus nitida* Thunb. (Ettingsh., Blattskel. d. Apetalen, Taf. 14, Fig. 5, 6) mit demselben eine auffallende Ähnlichkeit.

Ficus bumeliaefolia m.

Ettingsh., Foss. Flora von Sagor, I, S. 186, Taf. 8, Fig. 18—21.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1142; N. Coll. Ett. Nr. 3329, 3330.)

Kommt hier sehr selten vor und ist in den Blättern ähnlich der *Quercus Daphnes*, jedoch durch die Nervation leicht von dieser zu unterscheiden. Es fanden sich Blätter, welche den in Fig. 20 und 21 a. a. O. abgebildeten fast vollkommen gleichen.

Ord. ARTOCARPEAE.

Artocarpidium Silvani sp. n.

Taf. III, Fig. 27.

A. foliis magnis, subcoriaceis, nervatione imperfecte actinodroma, nervo primario pervalido, recto; nervis basilaribus 4, inaequalibus, internis validioribus, sub angulis acutis divergentibus; nervis secundariis validis, prominentibus, arcuatis; nervis tertiariis e latere externo sub angulis acutis orientibus, flexuosis, inter se conjunctis, simplicibus vel furcatis, rete inconspicuo.

Fundort: Haag. (K. k. N. H. M. Nr. 1330.)

Ein Bruchstück eines grossen, ziemlich derben Blattes, dessen Nervation theilweise erhalten ist. Neben dem sehr mächtigen geraden Primärnerv entspringen jederseits zwei ungleich starke Basalnerven, von denen die beiden innersten am mächtigsten entwickelt sind, mit dem Primärnerv einen Winkel von 55° einschliessen und einige Aussennerven entsenden. Die Secundärnerven sind sehr stark, anscheinend ungetheilt, unter wenig spitzen Winkeln (70—80°) eingefügt und ziemlich nach aufwärts gebogen. Die Tertiärnerven sind verlängert, hin- und hergebogen, unter einander anastomosirend und fast querläufig. An einigen Stellen bemerkt man quaternäre Nerven unter wenig spitzen Winkeln entspringend. Blätter von ähnlicher Tracht und Nervation wie das beschriebene hat man in die Sammelgattung *Artocarpidium* gestellt. Dasselbe kann jedoch mit keiner der bisher aufgestellten Arten vereinigt werden.

Ord. SALICINEAE.

Populus latior A. Braun.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 11, Taf. 53—57.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 853, 1132, 1133; N. Coll. Ett. Nr. 4343.)

Es erschienen an beiden Fundstellen Blätter und am Neu-Josephi-Tagbau ein männliches Kätzchen. An letzterem Orte erhielt ich ein Blattfragment (4343), welches sich durch grosse abgerundet stumpfe Zähne auszeichnet und sich hierdurch der *Populus tremula L.* auffallend nähert, während sonst *P. latior* mit *P. monilifera* verglichen wird.

Populus mutabilis Heer.

Heer, l. c. Bd. II, S. 19, Taf. 60—63, Fig. 1—4. — Syn.: *Populus serrata* Ung., Iconographia plant. foss., t. 21, f. 6.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1134.)

Von dieser Art kam hier ein Blatt zum Vorschein, welches den a. a. O. abgebildeten in allen wesentlichen Eigenschaften entspricht.

Populus sp. adhuc indeterm.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4344, 4345.)

Es hat sich hier eine dritte Pappelart gefunden, von der jedoch nur der Blattrand und Fragmente der Nervation vorliegen. Nach diesen wenigen Anhaltspunkten schon kann angegeben werden, dass diese Art der *Populus balsamifera* nahe steht. Ich begnüge mich mit diesem Hinweise und überlasse die Bestimmung der Art späteren Forschungen auf Grund eines vollständigeren Materials.

Salix varians Goepp.

Taf. III, Fig. 30.

Goeppert, Foss. Flora von Schossnitz, S. 26, Taf. 20, Fig. 1, 2. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 26, Taf. 65, Fig. 1—3, 7—16.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 5802; N. Coll. Ett. Nr. 4335—4337.)

Die Frucht Fig. 30 wurde beim Johanni-Stollen; eine unbedeutend kleinere am Neu-Josephi-Tagbau gesammelt. Beide Früchte sind im geöffneten Zustande und gleichen insbesondere bezüglich der schmalen zugespitzten Klappen den von Heer a. a. O. beschriebenen. An letzterer Lagerstätte fand sich auch ein Blattfragment, welches zu den von Goeppert und Heer abgebildeten Blättern vollkommen passt.

Salix paucidentata sp. n.

Taf. III, Fig. 31; Taf. IV, Fig 31, 31 *a*.

S. foliis elongato-lanceolatis, basi angustatis, apice acutis, margine remote dentatis, nervatione camptodroma, nervo primario basi prominente, nervis secundariis sub angulis 45—60° orientibus, arcuatis flexuosis, nervis ter-

tiariis angulis subrectis egredientibus simplicibus et ramosis, rete laxum formantibus; capsulis orato-acuminatis.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1101; N. Coll. Ett. Nr. 4334.)

Die Blattsubstanz ist ziemlich derb; die Lamina zeigt eine auffallend kurze Verschmälerung zur Spitze, hingegen eine lange gegen die Basis. Der Rand ist mit wenigen Zähnen besetzt. Die Nervation zeigt einen nur im unteren Theil des Blattes stark hervortretenden Primärnerv und im Bogen nach aufwärts steigende etwas geschlängelte Secundärnerven. Die Tertiärnerven, nur stellenweise erhalten (s. d. Vergrösserung Fig. 31 a, Taf. IV), entspringen nahezu unter rechtem Winkel und sind meist verästelt. Das feinere Blattnetz ist nicht erhalten. Das Fossil gleicht in Bezug auf die nicht verlängerte Spitze und den Typus der Nervation am meisten dem Blatte der *Salix glauca* L. (A. Pokorny, Holzpflanzen Taf. 17, Fig. 217), unterscheidet sich aber in der Randzahnung von allen bis jetzt bekannten Weidenarten.

Eine Weidefrucht Taf. III, Fig. 31, welche erst in letzterer Zeit an oben bezeichneter Lagerstätte gesammelt worden ist, weicht durch breitere schneller zugespitzte Klappen von der Frucht der vorhergehenden und folgenden Arten ab. Dieselbe dürfte demnach dieser Art angehören.

Salix angusta A. Braun.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz. Bd. II, S. 30, Taf. 69, Fig. 1–11. – Syn.: *Salix angustissima* A. Braun, Ung., Gen. et spec. plant. foss. p. 418.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 993.

Von dieser Art ist hier nur ein Blattfossil vorgekommen, welches der von A. Braun unterschiedenen Form *Salix angustissima* entspricht.

Salix tenera A. Braun.

Unger, Gen. et spec. plant. foss. p. 418. – Heer, l. c. S. 32, Taf. 68, Fig. 7—13.

Fundorte: Neu-Josephi-Tagbau; Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4341, 4342.)

Von erster Lagerstätte erhielt ich ein lanzettförmiges ganzrandiges Weidenblatt von auffallend zarter membranöser Textur. Dieselbe passt zu dem von Heer a. a. O. Fig. 9 abgebildeten vollkommen. Vom Johanni-Stollen kam ein Zweigfragment zum Vorschein, das eine mit wechselständigen Blattnarben besetzte Spindel und ein dicht daneben liegendes augenscheinlich von derselben losgetrenntes Blatt zeigt. Letzteres ist lanzettförmig, in den Stiel verschmälert, von einem stark hervortretenden Primärnerv durchzogen, so wie das Blatt vom Neu-Josephi-Tagbau membranös und entspricht dem Blatte Fig. 7 l. c. am besten.

Salix integra Goepp.

Taf. III, Fig. 28, 29.

Goeppert, Tertiäre Flora von Schossnitz, S. 25, Taf. 19, Fig. 1—16. — Heer, l. c. S. 32, Taf. 68, Fig. 20—22.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4339, 4340.)

Das Blatt dieser Art zeichnet sich durch eine lanzettliche nach beiden Enden verschmälerte Form, den ungezähnten Rand und durch eine geringe Zahl von Secundärnerven aus, welche unter auffallend spitzen Winkeln entspringen. Ausserdem gibt Heer seiner Vermuthung Ausdruck, dass das Blatt eine ziemlich derbe Structur gehabt habe. Das hier in Fig. 28 abgebildete Blattfossil entspricht ziemlich allen diesen Eigenschaften, passt der Form nach am besten zu Fig. 20 l. c., verräth eine fast lederartige Consistenz, scheint jedoch durch die einander mehr genäherten Secundärnerven abzuweichen. Vergleicht man aber auch die Exemplare von Schossnitz, so findet man darunter Blätter, welche in dieser Beziehung von dem Schönegger Blatte nicht abweichen, wie z. B. Fig. 1 und 16. An bezeichneter Localität kam noch ein kleineres Blatt zum Vorschein, welches ich zu dieser Art bringe; es entspricht dasselbe der Fig. 8 der „Tertiären Flora von Schossnitz".

Beim Johanni-Stollen haben sich drei Arten von *Salix*-Früchten gefunden. Zwei derselben wurden bereits im Vorhergehenden beschrieben. Die dritte Art, zu welcher das in Fig. 29 abgebildete Exemplar gehört, zeigt kleinere lanzettförmige kürzer verschmälerte Kapseln, die den von Goeppert a. a. O. abgebildeten am meisten gleichen.

Class. OLERACEAE.

Ord. NYCTAGINEAE.

Pisonia eocenica m.

Taf. III, Fig. 20.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 13, Taf. 11, Fig. 7—22. — Foss. Flora von Sagor, I, S. 189. Taf. 9, Fig. 4—8.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4355—4359, 4571, 4572.)

An einer Stelle der erstgenannten Localität kamen Früchte und einige Blätter zusammen vor, welche ich bisher unter obiger Bezeichnung vereinigt habe. Ebenso hat sich auch aus einem Gesteinstück vom Neu-Josephi-Tagbau eine Frucht und ein Blatt dieser Art herauspräpariren lassen. In diesem Vorkommen glaube ich eine Bestätigung der Zusammengehörigkeit der erwähnten Pflanzentheile erblicken zu dürfen. In Fig. 20 ist eine Frucht sammt den sehr feinen Stielchen, auf dem selbe sitzt, abgebildet. Das Stielchen ist noch länger als das in Fig. 21 der cit. Flora von Häring dargestellte und erreicht die Länge des Fruchtstielchens der lebenden *Pisonia subcordata* Sw. (l. c. Fig. a).

Die Blätter stimmen am meisten mit den in Fig. 1, 5, 6 und 7 der Häringer Flora abgebildeten überein.

Class. THYMELEAE.

Ord. LAURINEAE.

Laurus primigenia Ung.

Unger, Foss. Flora von Sotzka, S. 38, Taf. 19, Fig. 1—4. — Ettingsh., Foss. Flora von Sagor, III, Taf. 29, Fig. 5, 5 *a*.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K.k. N.H.M. Nr. 1144, 1145; N. Coll. Ett. Nr. 4370, 4371.)

An beiden Localitäten sehr selten. An der letzteren kam nur ein einziges Blattfossil (4371) zum Vorschein, welches zu den schmälsten Blättern dieser Art zählt, da selbes kaum die Breite von 10 *mm* erreicht.

Laurus phoeboides m.

Taf. IV, Fig. 5.

Ettingsh., Foss. Flora von Wien, S. 17, Taf. 3, Fig. 3. — Foss. Flora von Sagor, I, Taf. 9, Fig. 12; III, Taf. 29, Fig. 6; Taf. 30, Fig. 3—7.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 951; N. Coll. Ett. Nr. 4380, 4381, 4384.)

Es sind hier einige Blätter dieser Art vorgekommen; eines gehört zur kleinsten Form und entspricht dem in Fig. 5 a. a. O. abgebildeten Blatte aus Sagor. Es fand sich mit demselben am Neu-Josephi-Tagbau eine Beere Fig. 5, welche ich zu dieser Art bringe.

Laurus princeps Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 77, Taf. 89, Fig. 16, 17; Taf. 90, Fig. 17, 20; Taf. 97, Fig. 1.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4360, 4361, 4365, 4366.)

Von dieser Art kamen hier nur Blätter vor. Das am besten erhaltene gleicht dem a. a. O. in Fig. 16 abgebildeten aus dem Mergel von Schrotzburg.

Laurus Agathophyllum Ung.

Unger, Foss. Flora von Sotzka, S. 39, Taf. 19, Fig. 5. — Heer., l. c. S. 79, Taf. 100, Fig. 16.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1146—1148; N. Coll. Ett. Nr. 4374, 4375.)

Einige Exemplare von Blattfossilien, welche den a. a. O. dargestellten in allen wesentlichen Eigenschaften vollkommen entsprechen.

Laurus styracifolia Web.

Taf. IV, Fig. 10—13.

O. Weber, Tertiärflora der niederrheinischen Braunkohlenformation, Palaeontographica, Bd. II S. 180, Taf. 20, Fig. 3. — Heer, l. c. S. 79, Taf. 89, Fig. 13; Bd. III, S. 185, Taf. 152, Fig. 17.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4367—4369.)

Das Blatt Fig. 11 aus dem Neu-Josephi-Tagbau stimmt in der Form und Nervation mit dem von O. Weber a. a. O. dargestellten am meisten überein. Sowie bei diesen sind die Secundärnerven nur am Ursprung stark hervortretend, im weiteren Verlaufe aber sehr fein. Hingegen nähern sich die Blätter Fig. 10 und 13 vom Johanni-Stollen mehr den von Heer l. c. abgebildeten. Die Secundärnerven treten auch im weiteren Verlaufe ziemlich stark hervor; doch erreichen sie noch nicht die Stärke wie bei Heer's Fig. 13 l. c. Die Schönegger Exemplare vermitteln daher in dieser Beziehung den Übergang zwischen beiden Formen.

Dessungeachtet bleibt noch einiges Bedenken übrig bezüglich des erwähnten Blattes Fig. 13 aus dem Kesselstein vom Öningen. Dasselbe zeigt rechtläufige Tertiärnerven, während alle übrigen zu *Laurus styracifolia* bezogenen Blätter querläufige Tertiärnerven besitzen.

Mit dem Blatte vom Neu-Josephi-Tagbau beisammen auf demselben Handstück liegt eine kleine rundliche Beere Fig. 12, welche wohl wahrscheinlich zur selben Art gehört. Das Fossil Fig. 13 vom Johanni-Stollen zeigt ein in drei Stücke zerrissenes Blatt und man erkennt deutlich, dass dasselbe eine steifere lederartige Textur hatte.

Laurus swoszowiciana Ung.

Taf. III, Fig. 33, 33 *a*.

Unger, Blätterabdrücke von Swoszowice, Haidinger's Naturw. Abhandl. Bd. III, S. 124, Taf. 13, Fig. 11; Taf. 14, Fig. 14. — Heer, l. c. Taf. 89, Fig. 5.

Fundort: Johanni-Stollen. (Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4362.)

Von dieser Art kamen nur einige Blattfossilien zum Vorscheine. Unter denselben befindet sich ein kleineres Blatt Fig. 33, dessen Nervation in Fig. 33*a* vergrössert dargestellt, die von Heer a. a. O. zur Anschauung gebrachte noch ergänzt.

Nectandra arcinervia m.

Taf. IV, Fig. 14.

Ettingsh., Fossile Flora von Bilin, II, S. 196, Taf. 33, Fig. 1—3. — Foss. Flora von Leoben, I, l. c. S. 306, Taf. 2, Fig. 27, 27 *a*.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4376, 4377.)

Das hier abgebildete Blatt, welches die charakteristische Nervation sehr deutlich zeigt, hält die Mitte zwischen dem a. a. O. dargestellten mehr progressiven Blatte von Leoben und der normalen Form.

Oreodaphne styriaca m.

Ettingsh., Beitr. z. Kenntn. d. Tertiärflora Steiermarks, S. 45, Taf. 3, Fig. 12, 13. — Foss. Flora von Leoben, I, S. 306, Taf. 4, Fig. 21, 21 *a*.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4378, 4382.)

Die hier zum Vorschein gekommenen Blattfossilien dieser Art stimmen mit den aus den Schichten von Leoben zu Tage geförderten in allen Eigenschaften überein und zeigen das charakteristische zarte Blattnetz ausserordentlich gut.

Persea speciosa Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 81, Taf. 90, Fig. 11, 12; Taf. 100, Fig. 18; Bd. III, S. 185, Taf. 153, Fig. 5.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4363, 4364.)

Es fand sich hier ein Fragment eines grösseren Blattes dieser Art, das die Dimensionen des a. a. O. Fig. 12 abgebildeten Blattes noch übertrifft Die mittlere Entfernung der Secundärnerven (13 *mm*) ist jedoch bei beiden gleich.

Persea Heerii m.

Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, II. S. 9, Taf. 32, Fig. 17. — Foss. Flora von Sagor, I, S. 192, Taf. 10, Fig. 27, 30.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4372, 4373.)

Ein in der Mitte in zwei Theile gerissenes Blatt, welches die sehr derbe lederartige Textur verräth, gleicht in allen Eigenschaften dem Fig. 30 abgebildeten Blatte der fossilen Flora von Sagor.

Litsaea miocenica m.

Taf. IV, Fig. 1—4.

Ettingsh., Beitr. z. Kenntn. d. Tertiärflora Steiermarks, S. 45, Taf. 3, Fig. 5—7.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4383, 4385, 4387—4389.)

Die Fossilien Fig. 1—3, zur schmalblätterigen Form gehörig, wurden aus einem vom Johanni-Stollen herbeigeschafften Material gesammelt. Dieselben entsprechen dem in Fig. 6 a. a. O. abgebildeten Blatte vom Moskenberg. Das kürzere Blatt Fig. 4 wurde am Neu-Josephi-Tagbau gesammelt. Hier fanden sich auch Bruchstücke, die der breitblätterigen Form Fig. 5 l. c. angehören.

Sassafras styriacum sp. n.

Taf. III, Fig. 32, 32 *a*.

S. foliis subcoriaceis, petiolatis obovato-oblongis, apice bi- vel subtrilobis, basi angustatis, margine integerrimis; nervatione camptodroma, nervo primario basi valido, apicem versus valde attenuato: nervis secundariis sub angulis 60—70° orientibus, tenuibus, arcuatis, ascendentibus; nervis tertiariis tenuissimis dictyodromis.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4386.)

Der dunkle Abdruck verräth eine derbere mehr lederartige Textur. Die im Umrisse länglich-verkehrt-eiförmige Lamina verschmälert sich in einen 9 *mm* langen Blattstiel derart, dass sie zu beiden Seiten desselben einen schmalen Flügel bildet. Die assymmetrische Spitze ist von einem deutlich ausgebildeten und einem rudimentären Lappen begrenzt. Der Rand ist ungezähnt. Die Nervation zeigt einen bis zur Mitte der Lamina stark hervortretenden geraden Primärnerv, von dem jederseits ein randläufiger stärkerer und mehrere feine Secundärnerven unter wenig spitzen Winkeln abgehen und im Bogen gegen den Rand nach aufwärts ziehen. Die Tertiärnerven sind sehr fein, kurz, verästelt und in ein äusserst zartes Netz (Fig. 32 *a* vergrössert dargestellt) aufgelöst. Die Art, welcher dieses Blatt angehörte, entspricht im Bezug auf die Form und die Netzbildung dem von *Sassafras officinale*, weicht aber von demselben durch den Mangel stärker hervortretender spitzläufiger Secundärnerven und durch die zarteren Tertiärnerven ab. Von den bisher beschriebenen fossilen Arten steht keine unserer Art nahe.

Cinnamomum.

Taf. III, Fig. 21—26; Taf. IV, Fig. 5—8.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 88. — Ettingsh., Foss. Flora von Bilin, III, S. 197. — Foss. Flora von Leoben, I, S. 308.

Da die Vertretung dieser Gattung in der fossilen Flora von Schönegg nahezu die gleiche ist wie in der von Bilin und Leoben, so genügt es, hierauf zu verweisen und in der nachfolgenden Aufzählung der Arten die Fundorte sammt den auf das Vorkommen der Reste sich beziehenden Eigenthümlichkeiten anzugeben.

C. Rossmaessleri Heer. Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn. (N. Coll. Ett. Nr. 4390—4393). Fand sich sehr selten und nur in Blattfragmenten.

C. Scheuchzeri Heer. Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. K. N. H. M. Nr. 877, 878; 1152—1155, 1164; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4394—4418). Von dieser Art sind hier dreierlei Reste gesammelt worden. Ein verzweigter Fruchtstiel Fig. 8 auf Taf. IV ist vollständiger als der von Heer a. a. O. Taf. 91, Fig. 5 abgebildete. Auf demselben Stück vom Johanni-Stollen kommt eine junge Beere vor, die wahrscheinlich von ihrem Träger nebenan abgefallen ist. An derselben Lagerstätte fanden sich die alten Beeren Fig. 23—26, Taf. II. Eine davon ist noch mit dem Stiel verbunden. An beiden Fund stätten sind zahlreiche Blätter zu Tage gefördert worden.

C. lanceolatum Ung. sp. Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (K. K. N. H. M. Nr. 880. 886, 1156—1160, 1166, 5880—5882; N. Coll. Ett. Nr. 4419—4449). Zahlreiche Blätter; unter denselben befindet sich eine Form (4448), die zu den kleinsten Blättern dieser Art gehört. Dieselbe ist einschliesslich Stiel 18 *mm* lang; die Breite beträgt 3 *mm*.

C. polymorphum A. Braun sp. Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. K. N. H. M. Nr. 879, 1151, 1165, 5903 – 5905; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4450—4479). Ein Bruchstück einer Inflorescenz mit zwei Blüthenknospen Fig. 22 auf Taf. III; eine losgetrennte Knospe Taf. IV, Fig. 5, beide Reste vom Johanni-Stollen. Ein Fruchtstand mit jungen Beeren Taf. III, Fig. 21; einzelne reife Beeren Taf. III, Fig. 23—26, entsprechend den von Heer auf der Taf. 94 gegebenen Abbildungen. Zahlreiche Blätter, diese und die Fruchtreste von beiden Fundstätten.

Ord. SANTALACEAE.

Leptomeria Benthami sp. n.

Taf. IV, Fig. 16—18.

L. ramis et ramulis tenuiter striatis, foliosis, foliis subconfertis, parvulis squamaeformibus, acuminatis, recurvatis.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 882—884, 1174—1176, 1205, 5917—5924; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4480—4513.)

Es kamen hier mehrere Bruchstücke von Zweigen und Zweigchen vor, welche eine sehr grosse Ähnlichkeit mit denen von *Leptomeria oeningensis* Heer l. c. Bd. III, S. 189, Taf. 153, Fig. 32, 33 darbieten.

Ich war deshalb geneigt, dieselben zur genannten Art zu bringen; allein durch die genauere Vergleichung des für die Untersuchung ziemlich ausreichenden Materials, habe ich die Ansicht gewonnen, dass unsere und die Schweizer Pflanze nicht zu vereinigen sind. Erstere hat durchaus dünnere, zugespitzte und an der Spitze oder der ganzen Länge nach zurückgekrümmte Blätter, während diese bei der Schweizer Art an der Basis dicker, daher mehr spitz und gerade abstehend, sogar etwas nach aufwärts gekrümmt sind.

In den angegebenen Merkmalen steht die Schönegger Art, welche ich dem Andenken des um die Flora von Australien hochverdienten G. Bentham widme, der *Leptomeria squarrulosa* R. Brown (vergl. Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, Taf. 13, Fig. *e*) noch näher, als die *L. oeningensis*.

Man könnte die Frage aufwerfen, ob diese Zweige und Zweigchen nicht besondere Triebe von *Glyptostrobus europaeus* seien, umsomehr, als sich ähnliche Reste der genannten Cupressineae nicht selten mit denen der *Leptomeria* zusammenfanden. Ich habe diese Frage an der Fundstelle selbst viel studirt und bin zu folgendem Resultat gekommen. Erstens erschienen die Leptomerienzweigchen nur aus den Schichten des Johanni-Stollens, nicht aber auch am Neu-Josephi-Tagbau, wo die *Glyptostrobus*-Reste ebenso häufig vorkamen, wie beim Johanni-Stollen. Auch am Maria-Stollen, wo mir *Glyptostrobus europaeus* oftmals in die Hände kam, konnte ich keine Spur der *Leptomeria* entdecken. Würde diese aber nichts Anderes sein, als eine Miss-

bildung der Zweigchen von *Glyptostrobus,* so müsste sie sich doch auch anderwärts im Wieser Braunkohlenrevier, wo *Glyptostrobus europaeus* massenhaft vorkommt, vorgefunden haben. Zweitens müssten die Leptomerienzweigchen beim Johanni-Stollen, wo ich selbe nicht selten gesammelt habe, doch wenigstens einmal in Verbindung mit einem *Glyptostrobus* gesehen worden sein, was aber niemals der Fall war, soviel ich darnach gesucht habe. Drittens kommen wohl manchmal verlängerte dünnere Zweigchen auf Zweigen von *Glyptostrobus europaeus* vor, welche man bei oberflächlicher Betrachtung mit den beschriebenen Leptomerienzweigchen verwechseln könnte. Diese aber wird man von jenen durch die ganz andere Stellung und Einfügung der Schuppen und Streifen der Zweigspindel leicht unterscheiden können.

Leptomeria tenuissima sp. n.

Taf. IV, Fig. 19, 20.

L. ramulis filiformibus, foliosis, foliis parvis remotiusculis patentibus tenuissimis, subulatis subrectis.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4511—4513.)

Bisher kamen nur Bruchstücke der sehr zarten Ästchen dieser Art zum Vorschein.

Die Spindel ist fadenförmig, gerade oder schwach gebogen. Dieselbe scheint vollkommen glatt zu sein, wenigstens sind Streifen oder Furchen, wie solche bei *Leptomeria oeningensis* und *L. Benthami* vorkommen, nicht sichtbar. Die Blätter sind klein, sehr fein, pfriemenförmig, keineswegs gedrängt, wie manchmal an den stärker beblätterten Zweigchen der vorhergehenden Art, vielmehr von einander bis auf 3 *mm* entfernt stehend. Dieselben sind abstehend, jedoch nicht nach abwärts gekrümmt, sondern gerade, oder zeigen sogar eine Andeutung einer Biegung nach aufwärts.

Durch die angegebenen Merkmale ist diese Art von den übrigen fossilen Leptomerien wohl verschieden, und weicht auch von den bis jetzt bekannten lebenden Arten insofern ab, als so zarte dünne, mit pfriemlichen Blättern besetzte Ästchen bei denselben nicht beobachtet worden sind. Dessungeachtet verräth der Habitus dieser Ästchen ganz und gar die Leptomerien-Natur, weshalb ich an der Richtigkeit der Bestimmung obiger Fossilreste keineswegs zweifle.

Wenn die beschriebene Art dem Herrn Marquis v. Saporta bekannt geworden wäre, so hätte er in seiner Schrift über die fossilen Palmen[1] die fossilen Leptomerien nicht für Inflorescenzen von Palmen erklären können. Es besteht allerdings eine entfernte Ähnlichkeit zwischen den hin- und hergebogenen Spindelästchen solcher Inflorescenzen und den Zweigspindeln der in den Schichten von Häring gefundenen *Leptomeria flexuosa* m. Allein bei einer mehr als blos oberflächlichen Vergleichung wird man bald finden, dass letztere mit Blättern besetzt sind, welche ersteren fehlen. Übrigens besitzen *L. oeningensis, Benthami* und *tenuissima* keine hin- und hergebogene Spindel und deutlicher entwickelte Blätter, so dass selbst von einer entfernten Ähnlichkeit ihrer fossilen Zweige mit Blüthenspindeln von Palmen keine Rede sein kann.

Santalum.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 49 u. 50. — Foss. Flora von Leoben, I, S. 310 u. 311.

Von dieser Gattung sind in Schönegg zwei neue Arten erschienen, welche im Nachfolgenden beschrieben werden. Die übrigen Arten zeigen nahezu das gleiche Vorkommen wie in Leoben; es erübrigt daher hier nur noch die Angabe ihrer Fundorte.

S. salicinum m. Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1342, 5927—5932; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4552—4559, 5261.) Kommt hier häufiger als in Leoben vor.

S. acheronticum m. Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1203, 1204, 5936, 5937; N. Coll. Ett. Nr. 4563—4565.)

S. osyrinum m. Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 910, 911, 5933—5935; N. Coll. Ett. Nr. 4560—4562.)

S. microphyllum m. Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4566, 4567.) Ist hier die seltenste Art dieser Gattung.

[1] G. Marquis de Saporta, Les inflorescences des Palmiers fossiles. Revue générale de Botanique, Tome I, 1889, p. 229.

Santalum styriacum sp. n.

Taf. IV, Fig. 20—27.

S. foliis oppositis, coriaceis ellipticis vel oborato-ellipticis, margine integerrimo revolutis, basi in petiolum brevem angustatis, apice rotundatis; nervatione camptodroma, nervo primario basi firmo, apicem versus valde attenuato, recto; nervis secundariis utrinque 3—5, sub angulis 40—50° orientibus, arcuatis tenuibus simplicibus, vel furcatis, saepe vix conspicuis; nervis tertiariis vix conspicuis, rete nullo.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen; Brunn. (K. k. N. H. M. Nr. 901—909, 1117, 1169, 1170, 1180—1199, 5917, 5938—5955; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4514—4543, 5263.)

Ist die häufigste Art dieser Gattung in Schönegg. Die Abdrücke der Blätter verrathen eine derbere lederartige Consistenz. Die Dimensionen derselben schwanken zwischen 12—38 *mm* Länge, einschliesslich Stiel und 5—16 *mm* Breite. Die Form der Lamina ist kürzer oder länger elliptisch, selten verkehrt eiförmig; die Basis wenig verschmälert oder spitz; der Rand eingerollt, daher verdickt; der Stiel 2—5 *mm* lang; die Spitze abgerundet, stumpf. An dem Zweigchenfragment Fig. 20 vom Johanni-Stollen lässt sich die Stellung der Blätter an den Blattnarben der Spindel als gegenständig erkennen, denn nur die zwei jungen Blätter, welche an der Spitze des Zweigchens stehen, sind mit diesem in Verbindung, während das grössere Blatt davon losgetrennt und zugleich von seiner Einfügungsstelle um ein Paar Millimeter herabgerückt erscheint. Die meisten Blätter zeigen nur den Primärnerv deutlich, welcher an der Basis stark und gegen die Spitze zu bei geradem Verlaufe beträchtlich verfeinert ist. Die Secundärnerven, welche an dem Blatte Fig. 24 deutlich wahrgenommen werden konnten, sind in geringer Anzahl vorhanden, nicht hervortretend, mehr oder weniger gebogen, am Ende manchmal gabeltheilig. Die Tertiärnerven sind sehr fein, kurz, rechtläufig, meist aber nicht wahrnehmbar. Von einem Netz ist keine Spur vorhanden.

Das auf den Sandwich-Inseln einheimische *Santalum ellipticum* Gaud. zeigt sehr ähnliche Blätter, die sich von den beschriebenen Fossilien fast nur durch einen längeren Stiel unterscheiden. Die abgebildeten Blätter stammen vom Johanni-Stollen.

Santalum andromedaefolium sp. n.

Taf. IV, Fig. 28—32.

S. foliis subcoriaceis, breviter petiolatis, ellipticis vel rotundis, margine integerrimo subrevolutis, utrinque obtusissimis, nervatione camptodroma, nervo primario firmo, apicem versus valde attenuato, recto; nervis secundariis tenuissimis, vix conspicuis, tertiariis inconspicuis; rete obsoleto.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau; Maria-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4544—4551.)

Ist mit der vorhergehenden Art nahe verwandt, unterscheidet sich von derselben aber durch folgende Merkmale. Die Blätter sind weniger lederartig, dünner; die Lamina ist mehr rundlich-elliptisch, an beiden Enden abgerundet-stumpf; der Rand weniger verdickt. Die Secundärnerven sind sehr fein, meist kaum sichtbar; von den Tertiärnerven und dem Netz ist keine Spur wahrzunehmen. Die hier abgebildeten Blätter sind den Schichten des Johanni-Stollens entnommen worden.

Ord. DAPHNOIDEAE.

Pimelea oeningensis A. Braun. sp.

Taf. IV, Fig. 15.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz. Bd. II. S. 93, Taf. 97. Fig. 2—10. — Syn.: *Daphne oeningensis* A. Braun in Stitzenberger Verz. S. 8.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4568.)

Das kleine in Fig. 15 abgebildete Blatt hat einen kurzen, verhältnissmässig ziemlich starken Stiel, eine länglich-eiförmige, nach beiden Enden etwas verschmälerte, an der Spitze aber stumpfe Lamina. Der Abdruck

verräth eine lederartige Textur. Von der Nervation kann man einen dünnen, geraden, unterhalb der Spitze verschwindenden Primärnerv und jederseits desselben einige sehr feine Secundärnerven wahrnehmen, von denen die untersten unter spitzeren Winkeln abgehen. Ein Blattnetz ist kaum angedeutet. Ich zähle dieses Fossil zu den Blattformen der *P. oeningensis*, wo dasselbe den kleinsten Blättern, Fig. 5 und 7 a. a. O. am meisten entspricht. Wegen des etwas mehr entwickelten Stieles, der mehr eiförmigen Lamina und den feineren unter weniger spitzen Winkeln abgehenden Secundärnerven, welche Merkmale unser Blattfossil von den Blättern der *P. oeningensis* unterscheiden, könnte dasselbe einer besonderen Art angehören. Hierüber werden spätere Forschungen vielleicht Aufklärung bringen.

Ord. PROTEACEAE.

Proteoides grevilleaefolia sp. n.

Taf. IV, Fig. 34, 35.

P. foliis longe petiolatis subcoriaceis, oblongis, basi in petiolum alatum decurrentibus, margine irregulariter lobato-dentatis, nervatione craspedodroma, nervo primario valido, nervis secundariis sub angulis 40—50° orientibus tenuibus, approximatis, divergenti-curvatis, subsimplicibus; nervis tertiariis sub angulis acutis egredientibus, vix conspicuis; nuculis stylo tenuissimo elongato caudatis.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4569, 4570, 4574, 4575.)

Das in Fig. 34 dargestellte Blattfossil (nach Abdruck und Gegendruck ergänzt) lässt ein Blatt nahezu von der Nervation des Blattes Fig. 25 der *Grevillea longifolia* R. Brown (Ettingsh., Blattskel. d. Apetalen, Taf. 37) erkennen. Der Stiel ist etwas länger. Die lanzettförmige Lamina bildet jederseits desselben einen schmalen Flügel. Der Rand, obgleich unvollständig erhalten, zeigt das Vorhandensein einer unregelmässigen Zahnung.

Die Basis der Lamina ist ganzrandig, oberhalb derselben aber treten einige kleine Zähne auf und weiter dem Rand entlang folgen grosse zugespitzte, fast lappenförmige Zähne. Die Textur ist nach der dunklen Färbung des Abdruckes zu schliessen, mehr lederartig, als krautartig gewesen. Der Primärnerv erreicht die Stärke des oben erwähnten *Grevillea*-Blattes. Die Biegung desselben dürfte aber nur eine zufällige sein, da das Blatt am oberen Ende des Abdruckes verdreht erscheint. Die Secundärnerven zeigen dieselbe Stärke, Stellung und Distanz wie bei der *Grevillea longifolia*, entspringen jedoch unter spitzeren Winkeln und sind in divergirender Richtung nach aussen gebogen. Dieselben sind meist einfach, oder erst an ihren Enden verzweigt, treten in ihrem Verlaufe nicht scharf hervor, erscheinen vielmehr wie verwischt, als ob sie von einem Haarüberzug bedeckt gewesen wären. In noch höherem Grade zeigt sich diese letztere Eigenschaft an den Tertiärnerven, welche deshalb nur sehr undeutlich sichtbar sind. Als ich das Fossil neben einen Naturselbstabdruck der genannten *Grevillea* hielt, so schien es mir zweifellos zu sein, dass ersteres von einem Filz bedeckt war, denn die Secundär- und Tertiärnerven nehmen sich am Naturselbstabdruck des unterseits filzigen *Grevillea*-Blattes genau so aus, wie am Fossil. Von den Tertiärnerven des letzteren ist nur erkennbar, dass dieselben unter spitzen Winkeln entspringen und kurz sind. Vom Netz ist nichts wahrzunehmen; dasselbe dürfte auch wenig entwickelt sein, sowie bei der *Grevillea longifolia*.

Nach dem Vorhergehenden ist die Analogie des beschriebenen Blattfossils mit der in Australien lebenden *Grevillea longifolia* in der That sehr gross. Dass ich aber dessungeachtet selbes nicht zur gleichen Gattung stelle, hat darin seinen Grund, weil ich in derselben Schichte mit dem erwähnten Blatte eine Proteaceen-Frucht gefunden habe, welche nicht zu *Grevillea*, sondern eher zu *Protea* oder *Persoonia* passt. Der in Fig. 35 abgebildete Fruchtabdruck, welcher aus einem Gesteinsmaterial vom Johanni-Stollen zum Vorschein kam, stellt ein Nüsschen dar, an dessen Spitze ein 17 *mm* langer, sehr dünner Griffel sitzt. Diese Frucht und das Blattfossil bringe ich vorläufig zur Sammelgattung *Proteoides* bis ein vollständigeres Material hierüber genauere Kenntniss ermöglicht.

Persoonia Daphnes m.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 50, Taf. 14, Fig. 1—4. — Unger, Sylloge plant. foss., I, p. 19, tab. 7, fig. 7, 8.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1211, 1219; N. Coll. Ett. Nr. 4573.

Von den sehr kleinen, höchstens 5 *mm* in der Länge und 3 *mm* in der Breite erreichenden Pflaumenfrüchten dieser Art sind einige Exemplare hier zum Vorschein gekommen. Dieselben tragen einen 4—5 *mm* langen dünnen Griffel.

Persoonia Myrtillus m.

Taf. IV, Fig. 51—53.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 50, Taf. 14, Fig. 5—8. — Foss. Flora von Sagor, I, S. 196, Taf. 10, Fig. 1.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1208, 1209, 5983, 5984; N. Coll. Ett. Nr. 4346—4354.)

An der erstgenannten Lagerstätte sind mehrere Exemplare von Früchten und ein Blatt, an der letztgenannten nur Früchte gesammelt worden. Fig. 51—53 stellen die wichtigsten Formen von Früchten dieser Art dar, welche am Johanni-Stollen vorgekommen sind. Dieselben unterscheiden sich von denen der vorhergehenden Art durch einen schmäleren Körper, welcher sich in den Griffel allmälig zuspitzt. Fig. 52, 53 sind die grössten Früchte dieser Art, die bis jetzt gesammelt wurden; Fig. 51 vom Neu-Josephi-Tagbau gehört zu den schmälsten, welche auch im Mergelschiefer von Häring gefunden worden sind.

Grevillea haeringiana m.

Taf. IV, Fig. 46.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 51, Taf. 14, Fig. 9—14. — Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. III, S. 186, Taf. 153, Fig. 29—31.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 859, 860; N. Coll. Ett. Nr. 4576.)

Ein in der fossilen Flora von Schönegg höchst seltenes Blattfossil, welches erst in der letzten Zeit, also nach zwanzigjähriger Ausbeutung der Lagerstätten, in einem sehr wichtigen, charakteristischen Exemplar, das Fig. 46 abgebildet ist, und in einem zweiten von normaler Form zum Vorschein kam. Das Erstere ist etwas breiter als die *Grevillea*-Blätter der fossilen Flora von Häring (l. c.), und gleicht daher mehr den von Heer a. a. O. abgebildeten Blättern aus den Schichten von Ralligen, mit denen es auch im Charakter der Nervation besser übereinstimmt. Die verkohlte Substanz des Blattes ist vollkommen erhalten, und man kann hiernach mit voller Sicherheit bestätigen, dass die Textur desselben derb, lederartig war, sowie die der jetztweltlichen *Grevillea*-Blätter ist. Der Rand ist ungezähnt; die Nervation vortrefflich erhalten, besser als an irgendeinem der bisher erschienenen Exemplare. Aus einem ziemlich starken geraden (das Blatt ist nur zufällig geknickt), in seinem weiteren Verlaufe allmälig verschmälerten Primärnerv entspringen zahlreiche feine Secundärnerven unter verschiedenen (die oberen unter weniger) spitzen Winkeln und laufen anfangs divergirend, dann convergirend gebogen dem Rande zu, an dem sie eine kürzere oder längere Strecke nach aufwärts ziehen. Auf diesem Wege treffen immer untere mit oberen zusammen, wodurch Randschlingen entstehen. Die Tertiärnerven (welche an den abgebildeten Exemplaren von Häring gar nicht sichtbar sind) entspringen an der Aussenseite der Secundären unter stumpfen, an der Innenseite aber unter spitzen Winkeln und zeigen so einen Verlauf längs der Axe des Blattes (längsläufig) wie bei vielen *Grevillea*- und *Persoonia*-Arten Australiens.

Das beschriebene Blatt gibt aber auch noch wichtige Aufschlüsse, welche sich auf die ausserordentlich nahe Verwandtschaft, ja höchst wahrscheinliche Gleichartigkeit mit anderen bis jetzt bekannt gewordenen fossilen *Grevillea*-Formen beziehen. Es hält wegen seiner breiteren Lamina die Mitte zwischen der schmalblättrigen Form, nämlich der früher beschriebenen *Grevillea haeringiana* und der *G. Kymeana* Ung., welche also nur eine breitblättrige Form der ersteren sein kann, da sie in allen übrigen wesentlichen Eigenschaften mit der *G. haeringiana* vollkommen übereinstimmt. Übrigens kommt diese Art in Kumi auch schmalblättrig

vor, wie die Fig. 19, 21 und 22 der Unger'schen Abbildungen beweisen, und diese Exemplare gleichen denen von Häring zum Verwechseln. Es ist ferner bemerkenswerth, dass die *Grevillea* von Kumi auch in einer gezähnten Form erscheint. Letztere geht in die ungezähnte so allmälig über, dass von einer Artverschiedenheit beider durchaus nicht die Rede sein kann. Es kommen bei verschiedenen Proteaceen-Arten der Jetztwelt gezähnte und ungezähnte Blätter oft auf ein und demselben Zweige vor. Es ist daher das gezähnte *Grevillea*-Blatt aus den Schichten von Locle, welches Heer a. a. O. Fig. 28 *b* als *G. Jaccardi* abbildete, höchst wahrscheinlich nichts Anderes, als eine gezähnte Form der *G. haeringiana*, da auch die übrigen von ihm *G. Jaccardi* genannten ganzrandigen Blätter aus derselben Localität, von denen aus Häring nicht wesentlich verschieden sind. Heer's Angabe, dass die *G. Jaccardi* eine grössere Zahl von Secundärnerven habe, ist nicht stichhältig, da eben bei dem in Schönegg gefundenen Exemplar etwas mehr Secundärnerven als an den Häringer Exemplaren erscheinen, wodurch dieses auch in dem genannten Merkmal der Nervation in der Mitte steht zwischen letzteren und den erwähnten Blättern von Locle. Zur ungezähnten Form mit breiten linealen Blättern dürfte auch noch die *G. provincialis* Sap. gehören, welche von der *G. haeringiana* in keiner Weise abweicht.

Nach dem Vorhergehenden hätten wir den Formenkreis der *Grevillea haeringiana* folgendermassen festzustellen.

A. Forma *angustifolia integerrima. G. haeringiana* Ettingsh. l. c. — (Syn. *G. Jaccardi* Heer l. c. Bd. I, Taf. 100, Fig. 19; Bd. III, Taf. 153, Fig. 28. — *G. Kymeana* Ung. Fossile Flora von Kumi, Taf. 8, Fig. 19, 22.) Blätter nur 5 *mm* breit, ganzrandig; Secundärnerven von einander entfernter stehend. Fundorte: Häring, Sagor, Kumi, Schönegg.

B. F. *angustifolia dentata.* (Syn. *G. Jaccardi* Heer l. c. Bd. III, Taf. 153, Fig. 28 *b*. — *G. Kymeana* Ung. l. c. Fig. 16, 17, 20, 21, 23, 24, 26, 27.) Blätter wie bei der vorigen, jedoch gezähnt. Fundorte: Locle, Kumi.

C. F. *latior integerrima* et *subdentata.* (*G. haeringiana* Heer l. c. Bd. III, Taf. 153, Fig. 29—31. — Syn. *G. Jaccardi* Heer l. c. Taf. 153, Fig. 27. — *G. Kymeana* Ung. l. c. Taf. 6, Fig. 31, Taf. 8, Fig. 15 und 30. — *G. provincialis*, Saporta, Études sur la végétation du Sud-Est de la France p. 99, t. 8, f. 3.) Blätter über 5 *mm* breit, ganzrandig oder wenig gezähnt; Secundärnerven etwas zahlreicher. Fundorte: Ralligen, Locle, Kumi, Aix, Leoben, Schönegg.

D. F. *latior dentata.* (Syn. *G. Kymeana* Ung. l. c. Taf. 8, Fig. 18, 25, 28, 29, 31.) Blätter wie bei voriger, jedoch gezähnt. Fundort: Kumi.

Hakea plurinervia m.

Taf. IV, Fig. 54—56.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 52 Taf. 15, Fig. 1—5. Foss. Flora von Leoben, I, S. 311, Taf. 4, Fig. 24, 25.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 999, 1459; N. Coll. Ett. Nr. 4577—4579.)

Es haben sich hier bis jetzt nur die Samen gefunden. Fig. 54 stellt einen solchen Samen dar, welcher einen mehr rundlichen Körper und einen an der Spitze verschmälerten Flügel, sehr übereinstimmend mit Fig. 4 der cit. foss. Flora von Häring, besitzt. Fig. 55 zeigt den gleichen rundlichen Körper, aber einen etwas kürzeren weniger spitzen Flügel, hingegen Fig. 56 einen eiförmigen Körper und abgerundeten Flügel. Diese Abweichungen sind jedoch keine wesentlichen, da allerlei Übergänge derselben und Combinationen vorkommen. So zeigen die Exemplare Fig. 3 der Häringer Flora, dann Fig. 24 und 25 l. c. von Leoben eiförmige Samenkörper und abgerundete Flügel, hingegen Fig. 4 von Häring einen eiförmigen Samenkörper und spitzen Flügel.

Ich vergleiche diese Samen mit denen von *Hakea oloides* (s. Tertiäre Flora von Häring Taf. 15, Fig. *d* und *e*), welche gleich den fossilen einen ovalen oder rundlichen Körper und einen von diesem scharf abgegrenzten Flügel besitzen.

Rhopalophyllum acuminatum Ung. sp.

Ettingsh., Foss. Flora von Leoben, I, S. 311, Taf. 4, Fig. 16—19. Syn.: *Myrica acuminata* Ung., Foss. Flora von Sotzka, S. 160, Taf. 27, Fig. 5—10; Taf. 28, Fig. 9.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4641—4652.)

Die früher als *Myrica acuminata* Ung. bezeichneten Blattfossilien erwiesen sich als Theilblättchen eines zusammengesetzten Blattes. Aufschluss hierüber gab die fossile Flora von Leoben, aus welcher Blattspindeln gefiederter Blätter zum Theil noch mit Blättchen, identisch mit der *Myrica acuminata*, besetzt zum Vorschein kamen. Bezüglich der Begründung der Einreihung in die Proteaceen und eine besondere, mit *Rhopala* verwandte Gattung verweise ich auf die citirte Abhandlung. An einigen Theilblättchen (insbesondere Nr. 4647 vom Johanni-Stollen) sind die Dornspitzen der Randzähne und das sehr feine aus rundlichen engen Maschen zusammengesetzte Blattnetz deutlich erhalten.

Embothrium.

Das Fossil-Vorkommen dieser Proteaceen-Gattung ist von Saporta in der oben citirten Schrift, S. 234 in Zweifel gezogen worden. Die bisher zu *Embothrium* gestellten fossilen Samen will er besser mit *Cedrela*-Samen vergleichen, die Blätter aber zu anderen Gattungen bringen. Ich kann dieser Ansicht nicht beipflichten, obgleich ich die Ähnlichkeit der erwähnten Samen mit denen von *Cedrela* immerhin beachtenswerth finde. Die ersteren haben bald einen breiten, abgerundeten, bald einen spitzen oder zugespitzten, manchmal einen sehr schmalen Körper, welcher einen zarten, meist nervenlosen dünnhäutigen Flügel trägt. Nur in zwei Fällen ist dieser von mehreren sehr feinen, parallel dem Rande des Flügels gebogenen Nerven durchzogen. Die *Cedrela*-Samen zeigen einen dem Flügel entlang verschmälerten Körper und einen derber häutigen, von ein Paar geraden Nerven durchzogenen Flügel. Dagegen besitzen die lebenden Samen von *Embothrium* einen eiförmigen oder elliptischen Körper, welcher sich zuweilen in den Flügelrand hinaufzieht und einen sehr zarten dünnhäutigen Flügel, der bald nervenlos, bald aber von mehreren sehr feinen Nerven durchzogen ist. Es leuchtet demnach ein, dass die Ähnlichkeit der gedachten fossilen Samen mit denen von *Embothrium* noch grösser ist als mit denen von *Cedrela*, nicht nur bezüglich der Eigenschaften des Samenkörpers, sondern insbesondere wegen der des Flügels.

Es sprechen übrigens noch andere Gründe dafür, dass nicht *Cedrela*, wohl aber *Embothrium* für die fossilen Floren von Schönegg, Leoben, Parschlug und überhaupt der Miocänperiode anzunehmen ist. Die Gattung *Cedrela* setzt ein rein tropisches Klima, *Embothrium* aber keineswegs ein solches voraus. Es ist somit viel wahrscheinlicher, dass letztere Gattung in den genannten Floren vertreten war, als die erstere, wenn auch nicht in Abrede zu stellen wäre, dass in den aquitanischen und älteren Tertiärschichten Frankreichs *Cedrela* vorkommen kann. Aus den österreichischen Tertiärlagerstätten sind dem Samen nach mehrere wohlverschiedene Arten von *Embothrium* zu Tage gefördert worden. In Schönegg haben sich bis jetzt 10 Arten gefunden. Bevor wir nun dieselben in *Cedrela*-Arten umtaufen wollten, müssten wir doch in Erwägung ziehen, dass die Annahme so vieler Arten einer tropischen Familie für unsere fossile Flora viel weniger Wahrscheinlichkeit hat, als die Annahme einer artenreichen Vertretung der Proteaceen, deren Zahl die der Cedrelaceen in der jetztweltlichen Flora um das Dreifache übersteigt. Sollte sich eine dieser Arten als nicht genau zu *Embothrium* gehörig herausstellen, so könnte es sich nur um eine verwandte Proteaceengattung handeln, bei welcher sehr ähnliche geflügelte Samen vorkommen.

Es wurden Früchte und Blattfossilien zum Theil in Schönegg, zum Theil in anderen fossilen Floren gefunden, welche zu *Embothrium* oder *Hakea* sehr gut passen. Wo sollen diese Fossilien untergebracht werden, wenn man die genannten Proteaceengattungen aus der Flora der Vorwelt streichen will? Saporta ist uns die Antwort schuldig geblieben. Aber weder in den Schichten, in welchen die erwähnten Samen sich fanden, noch anderwärts sind Früchte und Blattfossilien von *Cedrela* zum Vorschein gekommen.

Der folgende Schlüssel gibt eine kurze Übersicht der Merkmale, nach welchen sich die *Embothrium*-Samen von Schönegg unterscheiden lassen.

1. Samenflügel nervenlos, 2.
— — von 5—6 deutlichen Nerven durchzogen, 8.

2. Samenkörper rundlich, eiförmig oder elliptisch, 3.
   — — schmal, lanzettförmig oder fast lineal, 7.
3. Samenflügel länger als der Samenkörper, 4.
   — — nur so lang als der rundliche Samenkörper. *Embothrium brachypterum.*
4. Flügel länglich oder elliptisch, an der Basis nicht verschmälert, 5.
   — eiförmig, gegen die Insertionsstelle hin verschmälert. Samenkörper sehr klein. *Embothrium microspermum.*
5. Samenflügel den rundlichen Körper seitlich umfassend. *Embothrium affine.*
   — — dem Körper aufsitzend, aber nicht umfassend, 6.
6. Samenkörper eiförmig oder elliptisch. Flügel gerade breit-eiförmig bis elliptisch, an der Basis etwas verdickt. *Embothrium salicinum.*
   — — rundlich. Flügel nicht verdickt, auffallend schief eingefügt, so dass die Axe desselben mit der des Körpers einen stumpfen Winkel bildet. *Embothrium obliquum.*
7. Samenkörper sehr schmal, fast lineal; der verkehrt-eiförmige Flügel seitlich eingefügt. *Embothrium schoeneggense.*
   — — lanzettförmig. Flügel schmal, länglich-elliptisch, endständig. *Embothrium stenospermum.*
   — — ei-lanzettlich, gegen einen Flügelrand vorgezogen. Flügel breit-eiförmig oder elliptisch, endständig. *Embothrium parschlugianum.*
8. Samen mit dem Flügel höchstens 8 *mm* lang und 5 *mm* breit. Letzterer bei grösserem Samenkörper nur so lang als dieser und kaum merklich gekrümmt. *Embothrium leptospermum.*
   — mit dem Flügel 15 *mm* lang und 6 *mm* breit. Letzterer wenigstens noch einmal so lang als der Samenkörper und etwas gekrümmt. *Embothrium styriacum.*

Embothrium salicinum Heer.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 97, Taf. 97, Fig. 29—33. — Ettingsh., Foss. Flora von Leoben, I, S. 315, Taf. 4, Fig. 27.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1212 — 1215; N. Coll. Ett. Nr. 4583—4589, 4632.)

Ist hier häufiger als in Leoben vorgekommen. Die meisten Samen gleichen den von Heer a. a. O. abgebildeten. Folgende Formen aber bilden kleine Abänderungen theils in den Eigenschaften des Körpers, theils in der Form und Grösse des Samenflügels. Diese Abänderungen sind jedenfalls zu unbedeutend, als dass man darauf hin einige Arten gründen könnte und stehen in keinem Vergleiche mit den wesentlichen Unterschieden der im Folgenden beschriebenen *Embothrium*-Arten. Die von Heer dargestellten Samen, welche wir als die Normalform betrachten, zeigen einen 5—6 *mm* langen und 2—3 *mm* breiten, an den Enden abgerundeten Samenkörper, welchem ein nervenloser, eiförmiger oder elliptischer Flügel zwar mit schiefer Basis aber doch in gerader Richtung aufsitzt. Bei dem Stück Nr. 4583 vom Johanni-Stollen bemerkt man einen spitzen Samenkörper, der die Länge von 10 *mm* erreicht, sich jedoch nicht am Flügelrand hinaufzieht. Bei einem kleineren Samen Nr. 4589 vom Neu-Josephi-Tagbau ist der Körper nur 3 *mm* lang und schwach gebogen. Der Samen Nr. 1212 zeigt einen breiten, gegen die Basis zu unbedeutend verschmälerten Flügel, der einem Körper von normaler Form und Grösse aufsitzt. Der kleinste Same Nr. 4632, welcher vom Johanni-Stollen stammt, ist mit dem Flügel 6 *mm* lang und 3 *mm* breit, während der grösste (von ebendaher) 14 *mm* lang und 6 *mm* breit ist.

Die Samen dieser Art sind denen von *Hakea plurinervia* sehr ähnlich; eine Verwechslung derselben ist daher leicht möglich. Auch die Samen von lebenden *Embothrium*-Arten gleichen sehr denen von *Hakea*-Arten. Das einzige sichere Unterscheidungsmerkmal unserer Samen von denen der *Hakea plurinervia* liegt im Flügel. Dieser zeigt an dem Innenrande nahe der Basis eine schmale, fast nervenähnliche Verdickung, welche bei *Hakea* fehlt.

Heer vereinigt mit dem Samen von *Embothrium salicinum* ein Blattfossil, welches dem Blatte des neuholländischen *Embothrium salignum* R. Brown in allen Eigenschaften sehr nahe kommt und in Öningen aus derselben Schichte gewonnen wurde, in welcher die Samen gesammelt worden sind. Ich habe aus beiden Lagerstätten in Schönegg Blätter erhalten, welche zu dem von Heer a. a. O. in Fig. 29 abgebildeten Blatte sehr gut passen, und die ich mit obigen Samen zur selben Art zu bringen keinen Anstand nehme. Hingegen kann ich Heer's Ansicht, dass auch die Blätter von *Santalum salicinum*, *Sapotacites lanceolatus* und *Andromeda tristis* Ung. hieher gehören, nicht theilen. Diese Blätter sind zwar den erwähnten *Embothrium*-Blättern in der Form ähnlich, haben aber eine abweichende Textur und Nervation. Zur Auseinandersetzung von Merkmalen, welche schon in der Literatur beschrieben sind, ist hier nicht Raum vorhanden, weshalb ich mich damit begnügen muss, hierauf zu verweisen.

Embothrium brachypterum sp. n.

Taf. IV, Fig. 41, 42.

E. seminum rotundorum ala cuneata, brevissima, rotundato-obtusa, tenuissime membranacea.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4597*a* und *b*.)

Es liegen nur zwei Exemplare von Samen dieser Art aus genannter Localität vor, welche in ihrer Grösse auffallend von einander verschieden sind, in allen übrigen Eigenschaften aber vollkommen übereinstimmen. Der Samenkörper ist rundlich, bei Fig. 41 wohl etwas in das Elliptische übergehend. Der Flügel ist mit mehr oder weniger halbmondförmig schiefer Basis demselben angefügt, im Übrigen gerade; das freie Ende desselben abgerundet-stumpf. Die Länge des Flügels übertrifft nicht die des Samenkörpers; bei dem kleineren Samen Fig. 42 ist sie sogar geringer als diese. Die Textur des Flügels ist sehr zarthäutig. Von Nerven ist keine Spur sichtbar.

Embothrium obliquum sp. n.

Taf. IV, Fig. 38.

E. seminum subrotundorum ala cuneata, oblonga, obliqua, rotundato-obtusa, tenuiter membranacea.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4599 *b*.)

Es ist nur das einzige hier abgebildete Exemplar gesammelt worden. Der Samenkörper ist an beiden Enden abgerundet, 4 *mm* lang, 3 *mm* breit. Der Flügel sitzt am oberen Ende desselben mit schiefer Basis und steht schief ab, so dass seine Axe mit der des Körpers einen stumpfen Winkel bildet. Die Länge des Flügels beträgt 5 *mm*, die Breite 3 *mm*. Das freie Ende desselben ist flach abgerundet oder fast abgeschnitten. Die Textur dünnhäutig, Nerven fehlen.

Embothrium microspermum sp. n.

Taf. IV, Fig. 37.

E. seminum minimorum ala cuneata, ovata, utrinque coarctata, recta, membranacea.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4600, 4601.)

Der Samenkörper zeigt die Grösse und Form eines Hirsekorns. Der symmetrisch eingefügte aufrechte Flügel verräth eine derber häutige Consistenz, ist eiförmig und an beiden Enden gleichmässig verschmälert. Das freie Ende ist stumpf. Es sind keine Nerven sichtbar.

Embothrium affine m.

Ettingsh., Foss. Flora von Leoben, I, S. 315, Taf. 4, Fig. 28, 29.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1216; N. Coll. Ett. Nr. 4602, 4603.)

Ein hier gefundenes Exemplar des Samens stimmt in der Grösse und allen übrigen Eigenschaften mit dem a. a. O. in Fig. 28 abgebildeten vom Münzenberg vollkommen überein. Die Wiederholung einer Abbildung erschien demnach als überflüssig.

Embothrium parschlugianum sp. n.

Taf. IV, Fig. 43, 44.

E. seminum orato-lanceolatorum ala enervia, late ovata vel elliptica, recta, membranacea.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 858, 862, 6035; N. Coll. Ett. Nr. 4580—4582, 4590.)

Diese Art kommt noch häufiger in Parschlug als in Schönegg vor, und findet sich in einigen Abformen, von denen ich jedoch nur die zwei wichtigsten hier zur Darstellung bringe, auf meine spätere Arbeit über die Embothrien der fossilen Flora von Parschlug verweisend, die in den „Beiträgen" zu dieser Flora erscheinen wird. Der Samenkörper ist aus breiter Basis, lanzettförmig zugespitzt; der hautartige, nervenlose Flügel breit-eiförmig (wie bei Fig. 43) oder schmäler elliptisch (wie bei Fig. 44). Der Letztere erhebt sich in gerader Richtung über den Körper, ist demselben jedoch assymmetrisch eingefügt. Die erwähnten Abänderungen betreffen hauptsächlich den Flügel, welcher in seinen Dimensionen schwankt. Die Formen mit kurzem Flügel, welche hier sehr selten vorkommen, aber in Parschlug häufig sind, nähern sich durch dieses Merkmal dem *Embothrium brachypterum*, können aber durch die Form des Samenkörpers von diesem leicht unterschieden werden.

Embothrium stenopterum sp. n.

Taf. IV, Fig. 45.

E. seminum anguste lanceolatorum ala enervia, oblongo-elliptica, recta, membranacea.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4599.)

Erst bei den letzten Aufsammlungen aus dem Material des genannten Fundortes ist der in Fig. 45 abgebildete Same zum Vorschein gekommen, welcher sonach zu den seltensten Fossilresten der Flora von Schönegg gehört. Ich hielt denselben anfänglich für eine Form der vorigen Art mit schmalem Flügel, erkannte aber bald, dass derselbe einer besonderen Art angehören müsse. Der Samenkörper ist viel schmäler als bei *E. parschlugianum*, lanzettförmig zugespitzt und auch der Flügel verhältnissmässig schmäler. Die Substanz des nervenlosen Flügels erweiset sich wohl noch als hautartig, muss aber der dunkleren Farbe des Abdruckes nach derber gewesen sein. In den übrigen Eigenschaften stimmt der Same mit dem vorhergehenden überein.

Embothrium schoeneggense sp. n.

Taf. IV, Fig. 36.

E. seminum sublinearium ala enervia, obovato-oblonga, laterali, obliqua, membranacea.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (N. Coll. Ett. Nr. 4591—4596.)

Unterscheidet sich von den vorhergehenden Arten durch den sehr schmalen fast linealen Samenkörper, an dessen einer Seite der nervenlose, verkehrt-eiförmige oder längliche Flügel sitzt. Dieser erscheint daher zur Axe des Samenkörpers mehr oder weniger schief. Das freie Ende des Flügels ist abgerundet stumpf.

Embothrium leptospermum m.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 51, Taf. 11, Fig. 15—25.

Fundort: Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 861; N. Coll. Ett. Nr. 4606, 4607.)

Variirt mit rundlichem, eiförmigem und elliptischem Samenkörper. Hier kommt die Form mit eiförmigem Körper vor, dessen Dimensionen 5 *mm* in der Länge und 3 *mm* in der Breite erreichen. Die Nerven des Flügels (6) sind deutlich wahrnehmbar.

Embothrium styriacum m.

Taf. IV, Fig. 39, 40.

Ettingsh., Foss. Flora von Leoben, I, S. 316, Taf. 4, Fig. 32.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 857; N. Coll. Ett. Nr. 4604, 4605, 4614.)

Der Samenkörper ist an den hier gesammelten Exemplaren 5—6 *mm* lang und 1 *mm* breit, daher etwas grösser, als an den in Leoben zum Vorschein gekommenen und mehr eiförmig. Der Flügel ist von sechs Nerven durchzogen und simmt in allen übrigen Eigenschaften mit dem der Leobener Samen überein.

Banksia longifolia m.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 53, Taf. 15, Fig. 11—26. — Eocäne Flora des Monte Promina, S. 33, Taf. 7, Fig. 12—14. — Beitr. z. Kenntn. d. Tertiärflora Steiermarks, S. 50, Taf. —, Fig. 18.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1222, 1231, 6072, 6073; N. Coll. Ett. Nr. 4633—4639.)

An der erstgenannten Localität ist eine schmalblättrige, gezähnte Form, deren Lamina nur die Breite von 3 *mm* erreicht und eine wenig gezähnte, gegen die Basis fast ganzrandige Form zum Vorschein gekommen. Am Neu-Josephi-Tagbau fand sich eine breitblätterige, scharf gezähnte Form. Die Samen dieser Art, welche aus den Schichten des Moskenberges bei Leoben gewonnen wurden, sind hier bis jetzt nicht vorgekommen.

Banksia haeringiana m.

Taf. IV, Fig. 50.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 54, Taf. 16, Fig. 1—25. — Beitr. z. Tertiärflora Steiermarks, S. 50, Taf. 3, Fig. 19. — Foss. Flora von Leoben, I, S. 317, Taf. 4, Fig. 10.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 1223—1225, 1227, 1229, 1230, 6079—6083; N. Coll. Ett. Nr. 4615—4625.)

Der hier abgebildete Samen hat sich beim Johanni-Stollen gefunden; er ist etwas kleiner als der am Moskenberg bei Leoben zum Vorschein gekommene, stimmt aber in allen übrigen Eigenschaften mit demselben überein. Auffallend ist die dunkle Färbung des Flügelabdruckes, welche die derbhäutige Textur des Flügels verräth, die den *Banksia*-Samen zukommt. Die Blätter sind an beiden Localitäten ziemlich häufig gesammelt worden. Bemerkenswerth ist, dass hier manchmal Trümmer, die zu demselben Blatte gehören, in derselben Schichte neben einander liegend gefunden wurden. Diesen Trümmern konnte man deutlich ansehen, dass sie von spröden steifen Blättern herrühren, was nebst der Form, Zahnung und Nervation für die Bestimmung derselben als *Banksia*-Blätter spricht.

Banksia Ungeri m.

Taf. IV, Fig. 49.

Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 51, Taf. 17, Fig. 1—22; Taf. 18, Fig. 1—6. — Foss. Flora von Leoben, l. c. S. 317.

Fundort: Johanni-Stollen. (K. k. N. H. M. Nr. 1226, 1234, 1235; Brit. Mus.; N. Coll. Ett. Nr. 4628—4631.)

Mit Blattresten, die zu dieser Art gehören, ist ein Same Fig. 49 gesammelt worden, welcher allen seinen Eigenschaften nach sehr gut zu *Banksia* passt. Es unterscheidet sich aber derselbe von den bis jetzt bekannt gewordenen fossilen *Banksia*-Samen durch seinen kurzen, breiten Flügel, welcher dem verhältnissmässig grossen Körper symmetrisch aufsitzt. Hiedurch ist dieser Same auch von dem von *Embothrium brachypterum* leicht zu unterscheiden, sowie durch dasselbe Merkmal und den nervenlosen Flügel eine Verwechslung mit dem Samen von *E. leptospermum* ausgeschlossen erscheint.

Banksia Deikeana Ung.

Heer, Tertiärflora d. Schweiz, Bd. II, S. 98, Taf. 97, Fig. 38—43.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4640, 5206.)

Es liegen mir nur zwei Blattfossilien dieser Art, welche durch ganzrandige Blätter von den vorhergehenden abweicht, vor. Das am besten erhaltene Fossil zeigt ein längliches, an der Spitze breites und daselbst mit einem Dörnchen endigendes, gegen die Basis zu allmälig verschmälertes Blatt von auffallend steifer lederartiger Consistenz. Am Rande ist eine Verdickung wahrnehmbar, welche jedoch nicht von einer Einrollung

desselben herzurühren scheint. Bezüglich der übrigen Eigenschaften, insbesondere der vorhandenen Spuren eines freien Netzwerkes passt das erwähnte Fossil gut zu den a. a. O. abgebildeten Blättern aus einem marinen Mergel der Steingrube von St. Gallen. Der Umstand, dass an denselben ein Enddörnchen nicht beobachtet wurde, kann durch Zufall hervorgerufen sein und berechtigt noch keineswegs zur Annahme, dass unser Fossil einer besonderen Art angehöre. Durch die mehr längliche Form und das erwähnte Enddörnchen an der sonst abgerundet-stumpfen Spitze verräth dasselbe eine grosse Annäherung zur lebenden *Banksia integrifolia*, bei welcher, obgleich nur untergeordnet, auch verkehrt-eilängliche Blätter vorkommen, die sich denen der Schweizer Tertiärflora besser anschliessen.

Dryandroides hakeaefolia Ung.

Unger, Foss. Flora von Sotzka, Denkschriften, Bd. II, S. 169, Taf. 11, Fig. 7—10. — Ettingsh., Tertiäre Flora von Häring, S. 56, Taf. 20, Fig. 1, 2.

Fundorte: Johanni-Stollen; Neu-Josephi-Tagbau. (K. k. N. H. M. Nr. 6104; N. Coll. Ett. Nr. 4613*b* u. *c*, 5213.)

Blattfossilien, welche zu den von Unger a. a. O. dargestellten in allen Eigenschaften passen. Durch die derbere Textur und die genäherten Secundärnerven lassen sich diese Fossilien von den Blättern der *Myrica lignitum*, denen sie in der Form und Randzahnung ausserordentlich ähnlich sind, unterscheiden. Wo die erwähnten Merkmale nicht ersichtlich sind, wie dies an mehreren in der Literatur vorhandenen Abbildungen so benannter Blätter vorkommt, ist diese Unterscheidung nicht möglich.

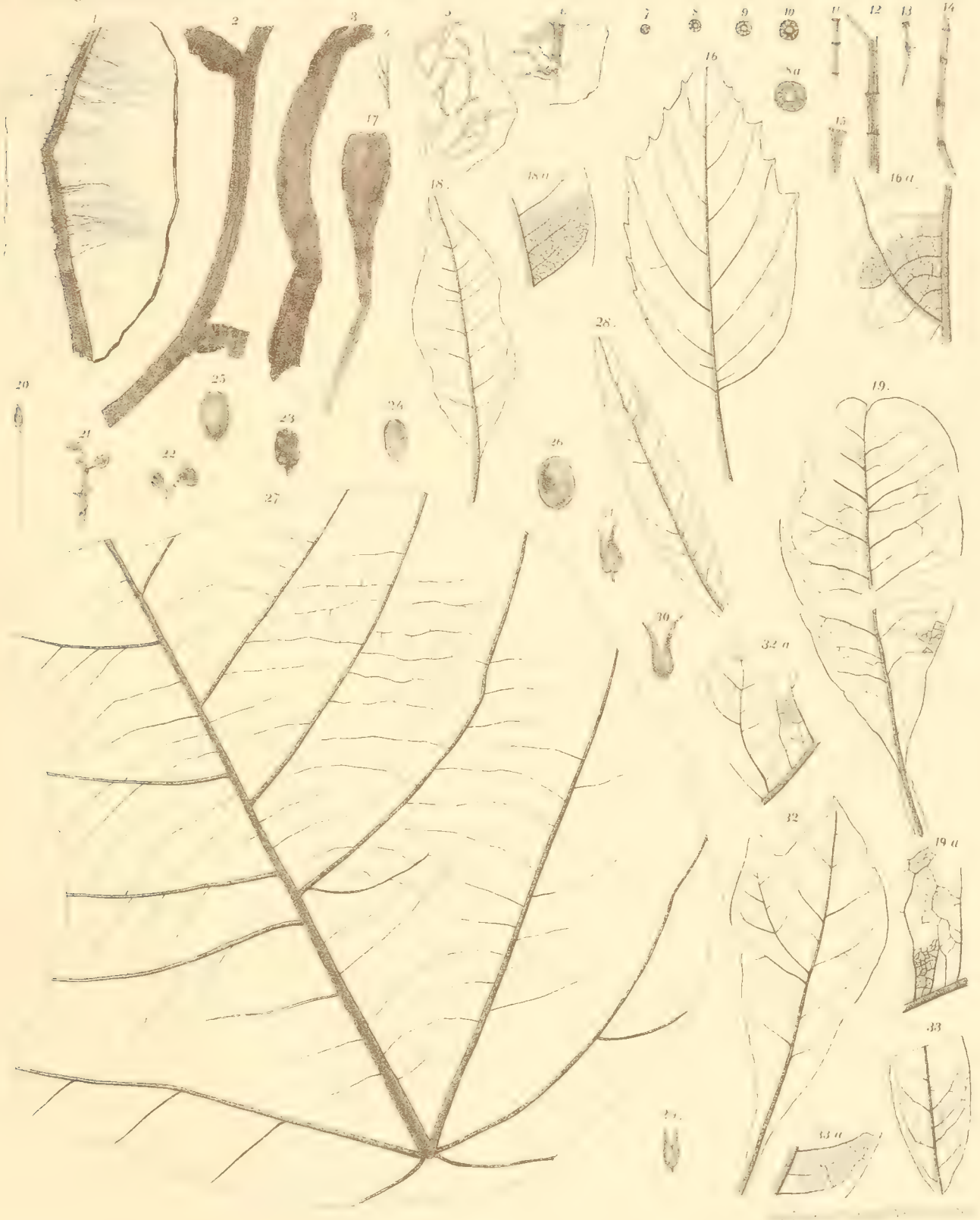
Dryandroides lomatiaefolia sp. n.

Taf. IV, Fig. 47, 48.

D. foliis petiolatis, coriaceis, lanceolatis, basi angustatis, margine remote dentatis; nervatione camptodroma, nervo primario valido; nervis secundariis tenuibus, furcatis, inter se conjunctis; nervis tertiariis rete microsynammatum prominens formantibus.

Fundort: Johanni-Stollen. (N. Coll. Ett. Nr. 4612, 4613*a*.)

Der Blattstiel ist wenigstens 12 *mm* lang und fast 2 *mm* dick; die lanzettförmige Lamina verschmälert sich gegen denselben bald mehr wie bei Fig. 48, bald weniger wie bei Fig. 47 und ist wenigstens an der Basis ganzrandig, im übrigen Rand aber entfernt-gezähnt. Die verkohlte Substanz und der tiefere Eindruck des Fossils am Gestein zeigen eine derbe, lederartige Substanz an. Der Primärnerv ist mächtig, stark hervortretend; die Secundärnerven sind fein, schwach gebogen, nächst dem Rande gabelspaltig, dem Primärnerv unter Winkeln von 65—75° eingefügt. Die Gabeläste verbinden sich zu Randschlingen, aus welchen feine Nerven in die Randzähne treten. Die Tertiärnerven treten verhältnissmässig hervor und bilden durch ihre Verzweigungen ein grobmaschiges Netzwerk. Durch dasselbe unterscheidet sich diese Art von den ähnlichen bis jetzt bekannt gewordenen *Dryandroides*-Arten, während sie die Textur, Form und Randbeschaffenheit des Blattes mit anderen, namentlich mit der vorhergehenden Art theilt.



1
2
3
4
5
9
6
10
7
11
12
14
8
54
55
56
13
15
17
22
16
18
21
23
25
24
31
26
29
19
20
28
33
34
36
37
30
27
47
38
39
40
48
32
41
46
42
43
44
45
49
50
51
52
53
33a
35

DIE

LAND- UND SÜSSWASSERSCHNECKEN

DER

VICENTINER EOCÄNBILDUNGEN.

EINE PALÄONTOLOGISCH-ZOOGEOGRAPHISCHE STUDIE

VON

PAUL OPPENHEIM.

(Mit 5 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 10. OCTOBER 1889

Vorwort.

Ein umfangreiches Material an Land- und Süsswasserschnecken, welches ich aus dem Ronca-Complexe des Vicentiner Tertiärs zusammen mit dem unermüdlichen und ortskundigen Sammler in diesem Gebiete, Giov. Meneguzzo in dem Jahre 1888 zusammenbrachte, bildet den Grundstock für vorliegende Studie; dasselbe wurde seitdem unablässig erweitert und vervollständigt, so dass ich wohl behaupten darf, dass es jetzt die arten- und individuenreichste Fauna darstellt, welche auf dem Gebiete der Binnenschnecken aus dem Eocän bisher bekannt geworden ist. Es lag mir an Vorarbeiten nur das vor, was Fridolin Sandberger auf S. 239—247 seines epochemachenden Tafelwerkes: „Land- und Süsswasserconchilien der Vorwelt" zu geben im Stande war; durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Professors Eduard Suess, der mir das ganze von ihm selbst gesammelte und von Sandberger beschriebene Material zur Verfügung stellte, war es mir nun ermöglicht, meine Typen mit den Sandberger'schen Originalen zu vergleichen und kleine Irrthümer, die sich in dessen Beschreibungen eingeschlichen hatten, zu entfernen. Wer den Erhaltungszustand der vorliegenden Formen kennt, wer gesehen hat, wie sie von den zähen Tuffgebilden rings umschlossen des gesammten Rüstzeuges moderner Technik, der Meissel, Pinzetten, feiner Stahlbürsten und Nadeln zu ihrer Säuberung bedürfen, wird diese Fehler Sandberger's überaus begreiflich finden! Er wird aber ebenso mir Glauben schenken, wenn ich behaupte, dass, bei den zu überwältigenden technischen Schwierigkeiten wie bei der unsäglichen Mühseligkeit der feineren Detailuntersuchungen, ich auf die Lösung der zeitraubenden und schwierigen Aufgabe längst verzichtet haben würde, wenn mich nicht gleich beim Beginne meiner Thätigkeit die hochinteressanten thiergeographischen Folgerungen angezogen hätten, welche ich durch dieselbe zu gewinnen hoffte. Wieweit ich dieser meiner Aufgabe nun gerecht geworden, darüber stelle ich die Entscheidung competenten Richtern anheim.

Ich habe mich bei meiner Untersuchung der liebenswürdigsten und entgegenkommendsten Unterstützung von Seite zweier anerkannter Autoritäten auf unserem Gebiete, des Herrn Professors Eduard v. Martens in Berlin und des Herrn Dr. O. Boettger in Frankfurt am Main zu erfreuen gehabt; ich bin mir wohl bewusst, dass, wenn ich in meinen Bestimmungen den Anspruch erheben zu dürfen glaube, der Wahrheit näher gekommen zu sein, ich dies in erster Linie der werkthätigen Mitwirkung dieser beiden Herren verdanke! Ihnen hierdurch auch öffentlich meinen herzlichsten, aufrichtigsten Dank! In gleicher Weise fühle ich mich dem Herrn Prof. Dr. Omboni in Padua und dem Directorium des Museo Civico in Vicenza für gütige Überlassung von Materialien verpflichtet!

Die im Folgenden zu beschreibende Fauna von Land- und Süsswasserschnecken stammt aus den von Eduard Suess[1] zuerst näher charakterisirten und in ihren chronologischen Verhältnissen gekennzeichneten, den Basaltstrom des Faldo begleitenden Tuff- und Kalkablagerungen des Vincentiner Eocäns; brackische Formen wurden bei der vorliegenden Untersuchung unberücksichtigt gelassen, daher auch auf die Fauna der unteren Roncaschichten mit *Strombus Fortisii*, *Melania Stygii* und ihren zahlreichen Potamiden nicht näher eingegangen; auch den höchst zweifelhaften Formen aus den unteren Tuffen von S. Giovanni Ilarione, von denen Di Gregorio[2] in seiner Arbeit spricht, wurde hier keine weitere Beachtung zu Theil; dieselben sind unsicher sowohl ihrer Herkunft als in ihrer systematischen Stellung nach; die Gattung *Fortisia* z. B., welche er abbildet, ist nach Zittel[3] den Actaeoniden anzuschliessen, also als *Opisthobranchier* aufzufassen; die vermeintlichen Heliciden aber sind wohl zum Theil *Natica*-Arten, zum Theil stammen sie aus anderen Localitäten; mir selbst wurde von St. Giovanni keine echte Landschnecke bekannt; was man bei flüchtiger Betrachtung dafür ansehen konnte, erwies sich bei näherem Studium als *Natica*, *Delphinium* oder *Turbo*. — Es kommen also bei unserer Untersuchung Faunen in Betracht, die aus folgenden Localitäten stammen:

1. Aus den oberen gelben Tuffen von Ronca.
2. „ „ gelben Tuffen von S. Marcello bei Arsignano.
3. „ „ rothen Tuffen von Capitello Sta. Catterina oberhalb Altissimo.
4. „ „ schwarzen Tuffen von Val dei Mazzini unterhalb Pugniello.
5. „ der grünen Tuffbreccie von Ai Fochesatti oberhalb Pugniello.
6. „ den Süsswasserkalken von Lovara di Tressino, Purga di Bolca, Mte. Pulli und Mussolon.

Den besten stratigraphischen Aufschluss über das Alter aller dieser Sedimentärgebilde bietet das Val di Zambon bei Ronca. Dort lagert auf der Thalsohle der bereits erwähnte brackische schwarze Tuff mit *Strombus Fortisii*, *Cerithium baccatum* Dfr. *Cerithium Maraschini* Al. Brogn. und anderen Potamiden. Auf ihn folgt der Hauptnummulitentuff mit *Numm. complanata*, *Natica caepacea* Lmk., *Velates Schmidelliana* Chemn. und anderen charakteristischen Formen des oberen Grobkalkes, unter ihnen die *Helix damnata* Al. Brogn. und einige andere, ins Meer geschwemmte Überreste von Landconchilien; er wird überlagert durch den Basaltstrom des Faldo und dieser wieder seinerseits bedeckt von Tuffen, die der Flora von Mt. Vegroni identische, übrigens schlechterhaltene Pflanzenreste einschliessen. Auf sie folgt der gelbe Landschneckentuff von Ronca, der in zahlloser Menge, aber sehr ungünstiger Conservirung Überreste enthält von *Cyclotus obtusicosta* Sdb., *Cyclotus exaratus* Sdb., *Cyclotus vicentinus* n. sp., und anderen für dieses Niveau ausserordentlich charakteristischen Formen. Die *Helix damnata* Al. Brogn. scheint hier bereits erloschen; auch aus den dieser Bildung gleichalterigen Tuffen von S. Marcello, Altissimo und Ai Fochesatti ist sie mir, trotz der grossen Anzahl von Formen, welche ich aus allen diesen Ablagerungen in Händen gehabt habe, nicht bekannt. Ich glaube daraus schliessen zu dürfen, dass wir in den uns augenblicklich beschäftigenden Schichtenbildungen zwei Complexe zu unter-

---

[1] E. Suess, Über die Gliederung des Vicentiner Tertiärgebirges. Actes de la Société italienne des Sciences naturelles. T. XI, Liv. IV, 1868.

[2] Marchese di Gregorio, Fauna di S. Giovanni. Palermo 1878.

[3] Zittel, Palaeozoologie, T. II, S. 293.

scheiden haben, von denen der eine, der ältere, charakterisirt wird durch das starke Auftreten der *Helix damnata* (Hauptnummulitentuff), während diese in dem jüngeren, dem gelben Roncatuffe und ihm isochronen Bildungen nicht mehr auftritt und dafür anderen, in der älteren Schichtenserie nicht vertretenen Typen, insbesondere der wahrscheinlich als ihre Descendenz zu betrachtenden *Helix amblytropis* Sdb. das Feld räumte. Diese auf faunistische Beobachtungen gestützte Annahme wird stratigraphisch bestätigt durch das Profil von Pugniello. Dort lagert auf dem Faldobasalte ein schwarzer Tuff (der Braunkohlenthon Sandberger's), welcher von Ligniten unterteuft und überlagert wird; derselbe enthält in grosser Anzahl von Individuen und typischer Erhaltung die *Helix damnata* (= *Helix coriacea* Sdb.) und eine Reihe von charakteristischen Arten, insbesondere den überaus gemeinen *Cyclotus laevigatus* Sdb., welcher in den oberen Bildungen bereits erloschen und nur hier im Val dei Mazzini gefunden wird; über den oberen Ligniten findet sich dann beträchtlich höher, bei Rovegari ein grauer Tuff, der sich durch eine Reihe von gemeinsamen Arten, insbesondere durch die *Helix hyperbolica* Sdb. als isochron mit der Breccie von Ai Fochesatti und den oberen Roncatuffen darstellt. Bei ersterer — übrigens einem typischen ausgebildeten Tuffe, der nur zahlreiche Einschlüsse fremder Gesteine in sich enthält — ist die Überlagerung in Folge der Schichtenstörungen (ich beobachtete 30° südöstliches Fallen) nicht mit wünschenswerther Sicherheit festzustellen.

Die übrigen hier in Frage kommenden Tuffablagerungen, die von S. Marcello wie die von Altissimo stellen sich, wie bereits oben angedeutet, durch ihre Fauna als gleichalterig mit dem oberen Schichtencomplexe heraus. Im Übrigen liegt der Tuff von S. Marcello unter Kalken mit *Numm. perforata, Ramondi, spira* und anderen Grobkalknummuliten und enthält dieselben sogar als Einschlüsse. Auf letztere, zuerst etwas überraschende Thatsache kommen wir später zurück.

Die Süsswasserkalke von Lovara di Tressino, welche zwei neue Arten von *Melanopsis* und eine Planorben-Species uns geliefert haben, sind von Basaltströmen umgeben, stellenweise sogar steil durch dieselben aufgerichtet; sie enthielten ausser den erwähnten Süsswasserformen mehrere Exemplare von *Pupa simplex* Sdb., einer in den oberen Tuffen von Altissimo, Ronca, Ai Fochesatti und S. Marcello gleichmässig verbreiteten Art; zudem wurden die in ihnen vorkommenden *Melanopsis*-Arten auch am Mte. Pulli bei Valdagno in dem obersten Lignitflötze über den Roncaschichten aufgefunden; ich nehme daher keinen Anstand, auch diese Bildungen dem oberen Complexe einzureihen.

Nachdem wir somit das Alter der uns beschäftigenden Sedimentärbildungen festgestellt zu haben glauben, treten wir der Frage ihrer Entstehung nunmehr näher. Die Theorie der metamorphischen Entstehung der Vicentiner Tuffe, wie sie von Hébert und Munier-Chalmas [1] als spätere Umwandlung des ursprünglich vorhandenen Kalkes durch warme Quellen in tufföse Ablagerungen zu geben versucht wurde, hat, wie wir glauben behaupten zu dürfen, wohl wenig Anklang gefunden. Ich meine, heute darf man wohl als erwiesen annehmen, dass diese Tuffe in ihrer überwiegenden Mehrzahl, wenn wir von dem vielleicht etwas zweifelhaften Tuffe von Spilecco absehen, so entstanden sind, wie wir sie heute vorfinden. Wie wurden nun diese geschichteten Ansammlungen vulcanischen Materials zusammengeführt? Wir wenden uns bei Beantwortung dieser Frage naturgemäss ausschliesslich den uns augenblicklich beschäftigenden landschneckenführenden Tuffen zu. Wir wären hier nun bei Ablagerungen, in welchen wir fast ausschliesslich Reste von Organismen des festen Landes vorfinden, zuerst auf die Annahme von in Süsswasserbecken gebildeten Absätzen hingeführt und hätten demnach diese Bildungen als Sedimenttuffe im Sinne Walther's [2] anzusehen. Diese Annahme scheint mir indessen ausgeschlossen. In keinem der in Betracht zu ziehenden Tuffe finden wir Reste von Süsswasserconchilien; da dieselben in den gleichalterigen Kalken von Lovara di Tressino, Mte. Pulli u. A. in grossem Individuenreichthum auftreten, so wäre ihr Fehlen in vollkommen analog erfolgten Sedimenten eine durchaus räthselhafte Erscheinung! Dazu gesellt sich dann noch die Fülle von scharfkantigen Einschlüssen

[1] Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale. Comptes rendus de l'Académie de sciences. T. LXXXV. 1877 u. 1878.

[2] Studien zur Geologie des Golfes von Neapel, von Johannes Walther und Paul Schirlitz. Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. Bd. XXXVIII, 1886.

eines den vulcanischen Bildungen durchaus heterogenen Gesteines, wie sie insbesondere die Tuffbreccie von Ai Fochesatti in sich birgt. Scharfkantige Kalkstücke und Hornsteinscherben, wie sie der *Scaglia* angehören, sind dort eine durchaus gewöhnliche Erscheinung, noch interessanter ist das ziemlich häufige Vorkommen von Trümmern eines plutonischen Gesteines, welches Schuster [1] nach genauer mikroskopischer Untersuchung als Granit vom Habitus eines Monzonsyenites bestimmt. Gegen einen Absatz aus isolirten Süsswasserbecken scheint ferner das ziemlich häufige Vorkommen von Nummuliten und Cerithien in dem gelben Tuffe von S. Marcello zu sprechen, wenngleich hier nicht ausgeschlossen wäre, dass diese Fossilien sich auf secundärer Lagerstätte befänden.

Ich bin nun geneigt, alle diese Bildungen in analoger Weise entstanden zu glauben, wie ich dies von den landschneckenführenden quartären Tuffen am Golfe von Neapel annehme; an jedem der beiden Male, an welchen ich das Vicentiner Tertiärgebiet und die Halbinsel Sorrent nacheinander besuchte, bin ich überrascht gewesen über die Ähnlichkeit zwischen den an beiden Orten entwickelten, landschneckenführenden tuffösen Ablagerungen. Ich glaube, wie ich in meinem Aufsatze über die Geologie der Insel Capri [2] näher entwickelt habe, beide Bildungen als Absätze aus Schlammströmen erklären zu müssen, welche bei jeder Eruption plötzlich entstanden und eben so plötzlich wieder versiegt, auf geneigter Unterlage ihre schweren Massen herabwälzten, den Gehängeschutt wie die am Boden zerstreuten Reste landbewohnender Organismen mit sich fortrissen, bis sie am Strande des Meeres angelangt, dort zum Stillstand und zum Absatze des aufgehäuften Materials gezwungen wurden. So erklärt sich leicht die Anwesenheit von so zahlreichen Kalkbrocken, wie wir sie gleichmässig in den Tuffen der Halbinsel Sorrent (z. B. bei Castellamare), Capris und der Breccie von Ai Fochesatti vorfinden, so in letzterer mit grosser Wahrscheinlichkeit das Vorkommen von Granitgeschieben in Verbindung mit typischen basaltischen Bomben; so finden wir auch eine, wie ich glaube, vollkommen einleuchtende Erklärung für die Verbindung der zahllosen Landschneckengehäuse mit ganz geringen marinen Resten unter Ausschluss jeder typischen Süsswasserform!

Eine Folgerung ginge aber, falls diese Annahme dem wirklichen Vorgang der Dinge entspräche, aus derselben mit Sicherheit hervor. Das Vicentiner Tertiärgebiet wäre von Gebirgen eingeschlossen gewesen, d. h. es müsste bereits eine, wenn auch vielleicht nur schwache Aufrichtung der Alpen stattgefunden haben; so glaube ich auch, dass die in Ai Fochesatti so häufigen Granitgeschiebe irgend wo in den Alpen ihren Ursprung haben und von dorther herabtransportirt wurden. Schuster, den sein frühzeitiges Ende, wie ich annehme, verhindert hat, dem Zusammenhange seines Graniteinschlusses mit alpinen Vorkommnissen näher zu treten, vergleicht es mit einer „von Reusch 1884 im centralen Theile der Euganeen, südöstlich vom Monte Venda beim Dorfe Cingolina als anstehend aufgefundenen krystallinischen Massengestein, welches von Tschihatscheff auf seine Zusammensetzung hin untersucht und als Syenit und Olivingabbro bestimmt wurde". Es scheint mir sehr wenig einleuchtend, wie derartige Geschiebe aus einer Gegend, die im Eocän wahrscheinlich überall vom Meere bedeckt war, in Tuffe gelangen konnten, welche, wie man sie auch betrachtet, jedenfalls jede Möglichkeit einer marinen Entstehung ausschliessen. Oder sollte das Stück vielleicht nach Analogie der Sommabomben bei der Eruption aus der Tiefe mit ans Tageslicht geschleudert und so eingebettet worden sein? Dies würde das Vorkommen von Graniten unterhalb der Scaglia im Vicentiner Tertiär voraussetzen, wofür bisher keine Anzeichen vorzuliegen scheinen!

Dass endlich die Vicentiner Tertiärgebilde auf gebirgigem Terrain abgesetzt wurden, dafür scheint mir ausser stratigraphischen Erwägungen auch der Totalhabitus ihrer Fauna zu sprechen; insbesondere dürfte das reiche Vorkommen von Clausilien, einer im Wesentlichen heute auf felsige Gehänge angewiesenen Gruppe,

[1] Dr. Max Schuster, Über Findlinge aus dem vicentinischen Basalttuffe; aus den hinterlassenen Schriften des Verfassers vorgelegt in der Sitzung der kais. Akademie der Wissenschaften am 8. März 1888. Sitzungsber. d. mathem.-naturw. Cl. Bd. XCVII, Abth. I, März 1888.

[2] Paul Oppenheim: Beiträge zur Geologie der Insel Capri und der Halbinsel Sorrent. Zeitschrift der deutschen Geol. Ges. 1889.

dafür ins Feld zu führen sein. Sandberger[1] nennt die Gegend von Vicenza „ein während langer Zeiträume durch vulcanische Eruptionen verändertes Inselgebiet", ich glaube, dass wir eher von einer tiefzerschlitzten, vielleicht halbinselförmigen Küste zu sprechen haben, die im Norden und Nordwesten von steil abfallenden Bergketten begrenzt mit dem grossen europäischen Continente zusammenhing und doch schon so scharf getrennt war, dass eine Vermischung ihrer Fauna mit der des Nordens nicht mehr eintreten konnte. So erklärt sich auch leicht die durchgreifende Verschiedenheit, welche wir trotz der grossen Analogien in der Meeresfauna zwischen den Landbewohnern Norditaliens und denen des Pariser Beckens constatiren zu dürfen glauben, eine Thatsache, welche auch Sandberger bereits hervorhebt!

Indem wir nunmehr nach diesen einleitenden Bemerkungen zur speciellen Betrachtung des uns vorliegenden Materials übergehen, bemerken wir, um über die von uns gewählte Terminologie jeden Zweifel zu zerstreuen, dass wir unter Längsstreifung, Längsculptur u. dergl. eine Ornamentation parallel den Anwachsstreifen verstehen wollen, während Spiralrippen spiral um die Schale angeordnete Verzierungen für uns bezeichnen. Die Höhe ist die auf die Mitte der Basis gefällte Senkrechte, die Breite der Diameter des grössten der durch die Schale gelegten Querschnitte.

HELICIDAE Kfst.

HELIX L.

DENTELLOCARACOLUS n. sbg.

Testa imperforata vel obtecte perforata, globose conica, leviter vel obtuse carinata, basi quasi planulata e $4^1/_2$—$6^1/_2$ anfractibus paulatim accrescentibus et quasi horizontalibus composita, quorum ultimus ad aperturam subito descendens tertium vel dimidium aequat totius testae. Apertura ovalis vel equini vestigii similis, horizontalis, in medio basis sita. Margines incrassati et reflexi densissimo callo etiam in profundum aperturae submergente inter se iuncti.

Diese Untergattung, in welcher ich die *Helix damnata* Brongn., die *Helix amblytropis* und *hyperbolica* Sdb. und eine vierte schöne Art aus dem schwarzen Tuffe von Pugniello vereinige, umfasst kugelig-keglige Schnecken mit langsam zunehmenden Umgängen und nur mässig gewölbter Basis, welche ziemlich auf ihrer Mitte eine ovale bis hufeisenförmige, von dichter Schmelzschicht ringsumgebene, zahnlose Mündung trägt. In Form und Lage des Mundes nähern sich unsere Formen am meisten der westindischen Gruppe *Caracolus* Montf., von welcher sie sich indessen durch den Mangel des Nabelspaltes und des gerade bei *Caracolus* so scharf und typisch ausgebildeten Kieles wesentlich unterscheiden. Die letzteren Merkmale würden auf Dentellarien, wie *Helix orbiculata* Fér., *lychnuchus* Müll. und verwandte Formen hinweisen, aber der Mangel jeglicher nur bei der typischen *damnata* in ihren Anfängen schwach angedeuteten Bezahnung an den fossilen Formen wie auch die Form der Mündung lässt einen innigen Anschluss doch nicht wünschenswerth erscheinen. So dürften die eocänen Typen also Zwischenformen repräsentiren, welche von den gekielten Caracolen zu den bezahnten Dentellarien führen, anderseits aber auch wieder Verwandtschaftsbeziehungen zu der Gattung *Thelidomus* Swains. und ihren Vorläufern, wie später nachzuweisen sein wird, erkennen lassen. Jedenfalls weist die Gattung mit Sicherheit auf südamerikanische Beziehungen hin.

Helix (*Dentellocaracolus*) ***damnata*** Al. Brongn.

Taf. I, Fig. 1 *a*—*c*; Taf. III, Fig. 1.

Helix damnata Al. Brongniart, p. 52. Pl. II, Fig. 2.
Helix damnata Sandberger, S. 239, Taf. XII, Fig. Fig. 2—2*b*.
Helix coriacea Sandb., S. 244, Taf. XII, Fig. 9—9*a*.

[1] Land- und Süsswasserconchilien, S. 247.

Testa solidissima, imperforata, apice obtusiuscula, e $5^1/_2$ anfractibus obtuse carinatis composita, quorum ultimus tertium quasi aequat totius testae. Superficies densis striis et costulis interdum paulo plus eminentibus obtecta; in ultimo anfractu coriacea, in singulis locis paulo inflata: apertura quasi horizontalis, ovalis, margines dilatati et reflexi denso callo etiam in profundum aperturae immergente inter se iuncti.

Die kugelig-kegelige Schnecke besteht aus $5^1/_2$ Umgängen, die stumpfgekielt, unter sehr hohem Winkel zur Axe verlaufen. Der letzte, welcher etwa $^1/_3$ der ganzen Höhe misst, wendet sich plötzlich nach unten und bildet eine fast horizontale, eiförmige bis hufeisenförmige Mündung, deren Ränder stark verdickt und nach innen eingerollt sind, wo sie eine Art Innenlippe zu bilden scheinen; schwache Verdickungen an dieser scheinen der ersten Anlage von Zähnen zu entsprechen. Ein dichter Callus wölbt sich als Verbindungsband zwischen ihnen und taucht tief in das Innere der Mündung herab. Interessant ist die Sculptur der überaus kräftigen Schale, welche neben den dichten, an einzelnen Stellen plötzlich scharf hervortretenden Anwachsstreifen besonders auf dem letzten Umgange eigenthümlich blasenförmig aufgetriebene Erhöhungen und Vertiefungen erkennen lässt, welche dem Ganzen einen chagrinartigen Charakter verleihen.

Die *Helix damnata* Brogniart's, welche wunderbarerweise in Ronca nicht in dem brakischen schwarzen Tuffe mit *Strombus Fortisii* und *Melania Stygii* erscheint, sondern erst in der etwas höher liegenden wahren Meeresbildung mit *Velates Schmideliana* und der Ronca-Fauna zusammen mit rein marinen Organismen gefunden wird, geht nicht bis in den obersten Landschneckentuff herauf, sondern wird dort wahrscheinlich durch die folgende Art, die *Helix amblytropis* Sdb. vertreten. Dass die *Helix coriacea* Sandberger's aus dem schwarzen Tuffe von Pugniello unbedingt identisch ist mit der meist von der Brandung stark abgerollten und darum in ihrer Ornamentik etwas verwischten *damnata*, daran haben mich einige vollkommen erhaltene Stücke, welche ich selbst dort gesammelt, überzeugt (s. Taf. III, Fig. 1). Sandberger's Reconstruction ist, wie man aus meiner Abbildung ersehen kann, völlig missglückt.

Mit den stets weit genabelten Formen der Untergattung *Obba* Beck., welche für den indischen Archipel charakteristisch ist, hat die nicht einmal durchbohrte *Helix damnata* nichts zu thun. Auch ist es Sandberger, wie er selbst bemerkt, nicht gelungen, direct vergleichbare Stücke unter den lebenden Arten aufzufinden. Die Type scheint mit Sicherheit auf westindische Verwandtschaftsbeziehungen hinzuweisen.

Höhe 20 *mm*, Breite 32 *mm*.

Fundort: Ronca, Pugniello; nirgends gerade häufig.

Helix (Dentellocaracolus) amblytropis Sdb.

Taf. I, Fig. 2 *a—c*.

Sandb., S. 245, Taf. XII, Fig. 13, 13 *a*.

Testa tenuis, obtecte perforata, orbiculato-depressa, e $6^1/_2$ anfractibus paulo obliquis suturis leviter carinatis inter se disiunctis composita, quorum ultimus prae penultimo paulo descendens antice subito deflexus quartum fere aequat totius testae altitudinis. Apertura ovalis, horizontalis, in medio fere basis paulo carinatae sita, margines dilatati et reflexi, callo inter se uniti. Testae superficies striis caelatis obliquissimis parvo intervallo iuxtapositis ornata.

Die dünne, bedeckt durchbohrte Schale bildet, wie Sandberger bemerkt, einen sehr stumpfen Kegel auf mässig gewölbter Grundfläche. Sie besteht aus $6^1/_2$ Windungen, die durch leicht gekielte Nähte getrennt einander fasst parallel umfassen. Die letzte ist stumpf gekielt und neigt sich erst an der Mündung nach abwärts; ihre Höhe ist ungefähr $^1/_4$ des Gesammtdurchmessers. Die Mündung ist gewinkelt-eiförmig, fast horizontal und liegt ziemlich auf der Mitte der Grundfläche. Ihre Ränder sind leicht verdickt und umgeschlagen, durch eine dichte Schwiele, die auch den schmalen Nabel mit bedeckt, verbunden. Die Exemplare sind meist nur als Steinkerne erhalten; Mündung wie Schalensubstanz selbst bleiben selten conservirt. Letztere ist dünn, und mit dichtgedrängten erhabenen Anwachsstreifen bedeckt. Die Form der Mündung war nur an drei Exemplaren mit wünschenswerther Deutlichkeit festzustellen; meist ist der Innenrand abgebrochen und sie erhält dadurch eine beilförmige Gestalt, wodurch auch Sandberger verführt wurde, sie in die Nähe der

Gattung *Hemiplecta* Albers unter den Naninen einzureihen und mit *H. novae Hiberniae* Quoy zu vergleichen, der sie genetisch durchaus fern steht. Die Type hat grosse Ähnlichkeit mit Caracolen, wie *Mina* Pfr. aus Cuba, *excellens* Pfr. und *sarcochila* Moerch aus Haiti, unterscheidet sich aber von diesen durch den viel stumpferen Kiel und die ovalere Form der Mündung. Die viel enger gewundene und stets um einen Umgang grössere *Helix amblytropis* vertritt die ihr sonst so ähnliche *damnata* in der oberen Schichtenserie und dürfte als ihre directe Fortsetzung zu betrachten sein.

Höhe 17 *mm*, Breite 25 *mm*.

Fundort: Ronca, S. Marcello. (abgeb. Exempl.)

Helix *(Dentellocaracolus)* ***hyperbolica*** Sdb.

Taf. I, Fig. 6 *a—c*.

Helix (Obba) hyperbolica Sandb., S. 241, Taf. XII, Fig. 10—10 *l*.

Testa imperforata, globoso-conica, apice obtusissima et vesiculae modo inflata, anfractus $5^1/_2$ lente accrescentes; ultimus tertium fere aequat totius testae altitudinis, antice paulo deflexus aperturam habet quasi horizontalem, oblongo-ovatam. Peristoma incrassatum et reflexum, margines denso callo etiam in interiorem aperturam expanso obtecti.

Die Type variirt etwas in ihrer Gestalt, bald ist sie niedergedrückter und kugeliger, bald höher und kegelförmiger gewunden. Sie besteht aus $5^1/_2$ etwas in die Länge gezogenen Umgängen, lässt im Übrigen aber ganz den charakteristischen Aufbau erkennen, welchen wir an den beiden vorhergehenden Arten kennen gelernt haben. Sandberger, dessen Fig. 10 *b*, welche ihre Mündung von der Seite darzustellen bestimmt ist, mir verzeichnet zu sein scheint, vergleicht sie mit *Helix (Obba) codonodes* Pfr. von den Nikobaren. Es lässt sich nicht leugnen, dass die fossile Form einige Ähnlichkeit aufweist mit dieser wie mit der den indischen Archipel bewohnenden *Helix campanula* Pfr. Doch sind anderseits der Differenzen im Aufbau so viele vorhanden, dass, wie mir scheint, wir es hier mit einer rein äusserlichen Analogie zu thun haben dürften. Einmal sind die recenten Formen stark durchbohrt, dann liegt bei ihnen vor Allem die Mündung viel schiefer zur Axe und verläuft ohne callösen Verbindungssaum, ist dafür aber mit Zähnen ausgestattet. Mir scheint, dass die Art unbedingt in die Nähe der *damnata* gehört und mit ihr genetisch zu vereinigen ist; denken wir uns die einzelnen Windungen der *hyperbolica* etwas in die Breite gezogen, so erhalten wir das Bild dieser für das Subgenus *Dentellocaracollus* typischen Art.

Höhe 21 *mm*, Breite 15 *mm*.

Die Form ist ausschliesslich auf den grünen Tuff von Ai Fochesatti beschränkt.

Helix *(Dentellocaracolus)* ***Antigone*** n. sp.

Taf. I, Fig. 7 *a—c*.

Testa imperforata, globosa, apice obtusa et vesiculae modo inflata, e 4 anfractibus rapide accrescentibus formata, quorum ultimus antice subito descendens $^2/_3$ habet totius testae altitudinis; apertura horizontalis; ferri equini simillima. Margines reflexi et dilatati, denso inter se callo iuncti. Superficiis striis longitudinalibus ornata.

Diese seltene Art, welche mir nur in einem, aus Pugniello stammenden Exemplare vorliegt, besteht aus vier schnell an Umfang zunehmenden Umgängen, deren letzter die für die vorhergehenden Formen so charakteristische Mündung trägt; auch bei dieser Art ist wie bei der *damnata* eine innere Lippe und ein dichter, tief in das Innere der Mündung herabgesenkter *Callus* vorhanden. Recente Verwandte der fossilen Art wüsste ich nicht namhaft zu machen; wohl aber scheint sie in den Formenkreis der eben beschriebenen fossilen Typen zu gehören und insbesondere mit der *Helix hyperbolica* eine gewisse Übereinstimmung zu zeigen. So stelle ich die Type fürs Erste in die Gattung *Dentellocaracolus*, doch könnte es bei der grossen Höhe des letzten Umganges wohl angebracht erscheinen, nach Auffinden ähnlicher Typen für sie einen eigenen Formenkreis zu errichten.

Höhe 20 *mm*, Breite 27 *mm*.

Das einzige bisher aufgefundene Exemplar dieser merkwürdigen Art stammt aus Pugniello und befindet sich jetzt in der Wiener Universitätssammlung.

PROTHELIDOMUS n. sbg.

Testa imperforata, solida, depresso-globosa, anfractus $4^1{}_2$, ultimus ad aperturam protractus saepius carinatus. Apertura horizontalis, ovalis vel ferri equini similis, peristoma inerassatum, edentatum, margines denso callo etiam in interiorem aperturam expanso obtecti.

In diese, der recenten Gattung *Thelidomus* Swains. sehr nahe stehende Gruppe rechne ich die *Helix radula* Sdb. und eine weitere mir vorliegende Art; beide zeigen grosse Berührungspunkte mit den recenten Formen, weichen aber durch Form und Gestalt der horizontalen, stark geschwielten Mündung doch wieder so weit von ihnen ab, um die Aufstellung eines neuen Subgenus wohl als berechtigt erscheinen zu lassen. Gerade dieses Merkmal aber nähert sie der vorhergehenden Gruppe, mit der sie wahrscheinlich genetisch verbunden, und durch die sie ein Verwandtschaftsverhältniss zwischen den heute ziemlich weit auseinanderstehenden westindischen Gattungen *Thelidomus, Dentellaria* und *Caracolus* als wohlbegründete Annahme erscheinen lassen.

Helix *(Prothelidomus)* ***acrochordon*** (ἡ ἀκροχορδών — Warze, Pustel).

Taf. I, Fig. 3 *a—d*.

Helix radula Sandb., S. 243, Taf. XII, Fig. 11—11 *d*.

Testa imperforata, duracina, globoso-turbinata, carinata vel ecarinata, e $4^1/_2$ anfractibus lente accrescentibus formata, quorum ultimus $^2/_3$ fere aequat totius testae. Omnes anfractus nodulis punctulatis et cicatricosis passim ad lineas transversales coniunctis striisque profundis decorata. Apertura fere horizontalis, ovalis vel paulo quadrata. Margines obtusi, dilatati, superne et inferne reflexi, denso callo inter se iuncti.

Diese zierliche, im rothen Tuffe von Altissimo überaus gemeine, aber anscheinend auch nur dort vorkommende Schnecke ist von Sandberger verzeichnet worden; hätte ich seine Originalexemplare nicht zur Hand und wäre die von ihm richtig wiedergegebene Schalensculptur nicht so ungemein charakteristisch, so wäre ich fast versucht, an der Identität der von mir gesammelten Formen mit seiner *Helix radula* zu zweifeln. Der letzte Umgang ist viel zu hoch abgebildet, der bei der grossen Mehrzahl der Exemplare vorhandene Kiel nicht wieder gegeben; Fig. 11 *c* endlich gehört nicht zur Type, sondern entspricht der weiter unten zu beschreibenden *Chloraea Proserpina* n. sp. Die Schnecke besteht aus $4^1{}_2$ gekielten Umgängen; sie lässt anscheinend zwei Varietäten erkennen, eine schlanke Form mit scharf und schneidend gekieltem letzten Umgange, und eine plumpere, breitere, bei welcher der stets aussen durch vorspringende Naht angedeutete Kiel der letzten Windung mehr zurücktritt; bei der ersteren scheint die Mündung stets oval, bei der letzteren mehr quadratisch zu sein. Da beide aber durch Übergänge mit einander verbunden und dieselbe charakteristische Sculptur tragen, so ist in ihrer Zusammengehörigkeit als Art wohl kein Zweifel möglich.

Diese Sculptur nun besteht aus ziemlich groben, wirr und gedrängt angeordneten Wärzchen, die stellenweise wirkliche Streifen zu bilden im Stande sind. Dazwischen verlaufen dann aber auch die Anwachsstreifen, die zusammen mit den Knötchenreihen der Schale eine ganz eigenartige Ornamentik gewähren. Da der von Sandberger gewählte Name *Helix radula* schon von Pfeiffer für den auf Luzon lebenden *Discus radula* vergeben, so schlage ich, um Verwechslungen mit der recenten Form zu vermeiden, für die fossile, welche für das Vicentiner Eocän ausserordentlich charakteristisch und im Tuffe von Altissimo sehr häufig ist, die Bezeichnung *Acrochordon* mit Anspielung auf die eigenartige Ornamentik der Species vor. — Die Ähnlichkeit in der Sculptur mit *Helix lima* Fér. aus Portorico ist, wie schon Sandberger angibt, eine überraschende.

Höhe der Schale circa 15 *mm*, Breite 22 *mm*.

Fundort: Tuff von Altissimo.

***Helix** (Prothelidomus) **vicentina** n. sp.*

Taf. I, Fig. *a—c*.

Testa imperforata, duracina, laevis, depresso-globosa; c $4^1/_2$ anfractibus rapide accrescentibus et obtuse carinatis formata quorum ultimus $^2/_3$ quasi aequat totius testae. Apertura horizontalis, ferri equini similis, margines dilatati et reflexi, denso callo inter se iuncti.

Diese Schnecke ist sowohl in Ronca als in Ai Fochesatti und Altissimo gemein, selten aber in guten Exemplaren erhalten. Sie unterscheidet sich von der vorhergehenden Art durch die viel raschere Aufrollung des Gewindes und den Mangel der Sculptur, steht ihr aber, besonders der stumpfgekielten Varietät, in allen systematisch wichtigen Merkmalen sonst sehr nahe, der Kiel ist auf den ersten Umgängen schärfer ausgebildet, scheint sich aber später ganz zu verflachen.

Die Type erinnert an Formen wie *Thelidomus Sagraianus* d'Orb. aus Cuba, doch ist diese durchbohrt un die Mündung fast dreieckig verengt; *Thelidomus auricoma* Fér. scheint nahe zu stehen.

Höhe des abgebildeten, noch ziemlich jungen Exemplares 20 *mm*, Breite 30 *mm*. Doch sind Stücke von 30 *mm* Länge und 40 *mm* Breite keine Seltenheit.

Fundort: Ronca, in beiden, dem älteren (abgeb. Exempl.) und dem jüngeren Tuffe; Altissimo; überall gemein, selten aber gut erhalten.

***Helix** (Chloraea) **Proserpina** n. sp.*

Taf. I, Fig. 8 *a—d*.

Testa imperforata, globoso-disciformis, et $4^1/_2$ anfractibus rapide accrescentibus composita quorum ultimus acute vel obtuse carinatus et striis confertis longitudinalibus ornatus $^1/_2$ aequal totius testae. Apertura obliqua, elliptica, fere semilunata, angusta; peristoma expansum, in basi callo obtectum, margine basali reflexo.

Die Schale ist kugelig-scheibenförmig, in ihrer Erhaltung jedoch häufig, leicht zusammengedrückt. Sie besteht aus $4^1/_2$ schwach nach abwärts gewundenen Umgängen, die durch gekielte Nähte getrennt sind, und von denen der letzte, der je nach dem Alter schärfer oder stumpfer gekielt, an seiner Oberfläche mit dicht gedrängten, erhabenen Anwachsstreifen versehen ist; er misst ungefähr die Hälfte des Schalendurchmessers. Die Mündung ist halbmondförmig, der Basalrand leicht verdickt und umgeschlagen, der Nabelspalt durch dichten Callus verdickt.

Die Zugehörigkeit der Type zu den auf den Philippinen beschränkten Chloraeen scheint mir zweifellos; am meisten Ähnlichkeit hat die eocäne Form mit der recenten *Chloraea Hanleyi* Pfr. von Luzern, der sie sehr nahe zu stehen scheint.

Länge 12—18 *mm*, Breite 16—24 *mm*.

Fundorte: St. Marcello gemein; seltener in Ai Fochesatti und Altissimo.

Die von Sandberger auf Taf. XII, Fig. 11 *c* gezeichnete und zu *Helix radula* gestellte Form gehört, wie schon oben erwähnt, meiner Ansicht nach hieher.

Schauroth erwähnt in seinem „Verzeichniss der Versteinerungen etc." eine Helicide aus den Tuffen von Castelgomberto, der er den Namen *Helix vicentina* verleiht. Sandberger hat diese Type dann S. 330 seines Werkes zu *Parachloraea* gestellt. Da aus den oligocänen Tuffen des Vicentiner Tertiärs sonst keine Landschnecken bekannt, so vermuthe ich, dass hier eine Verwechslung vorliegt und die Type Schauroth's den eocänen Ronca-Tuffen entstammt, ein Irrthum, der, seitdem ihn Alexander Brogniart in die Literatur eingeführt, wohl verzeihlich sein dürfte. In diesem Falle, wenn die *Helix vicentina* Schauroth's also ein höheres Alter besässe, als man bisher nach den Angaben ihres Beschreibers anzunehmen berechtigt war, würde sie wohl trotz der einen Windung, welche sie nach der Abbildung mehr besitzt, mit der oben beschriebenen Art zu vereinigen sein.

Was das Genus *Parachloraea* Sandberger's nun betrifft, so wurde es auf die irrige Voraussetzung hin begründet, dass das Subgenus *Chloraea* Albers nur Formen mit vier Umgängen enthielte; da in der Gattungsdiagnose Albers' aber deutlich „anfractus quattuor vel cinque" ausgesprochen ist, so scheint mir

jede Nothwendigkeit zu fehlen, die *Helix Coquandiana* und verwandte Formen generisch von den typischen Chloraeen zu trennen.

Helix (Eurycratera) declivis Sandb.

Taf. I, Fig. 4 *a* u. *b*

Helix declivis Sandb. S. 245, Taf. XII, Fig. 12.

Testa duracina, imperforata, dense costulata; e $4^1/_2$ anfractibus leviter carinatis composita quorum ultimus $^3/_4$ superat totius testae altitudinis. Apertura lunata, quasi recta; peristoma simplex, columellaris margo callo obtectus etiam in profundam aperturam paulo intrante.

Die kräftige, mit zahlreichen Anwachsstreifen versehene Schale hat äusserliche Ähnlichkeit mit den Pomatien, doch ist die Mündung weniger schief und die Schalenmasse zu kräftig, um die Annäherung an diese europäische Gruppe zu gestatten. Dagegen stimmt sie in allen ihren Merkmalen so vollständig mit der südamerikanischen Gattung *Eurycratera* Beck überein, dass sie denselben wohl angeschlossen werden muss; insbesondere zeigt sie mit den runden, ungekielten Formen innerhalb dieser Gruppe, der *H. crispata* Fér. und *undulata* Fér. überraschende Ähnlichkeit. Die Type weist also auf Westindien.

Höhe 22 *mm,* Breite 28 *mm.*

Fundort: Ronca, unterer Tuff; Ai Fochesatti gemein.

Nanina Eurydice n. sp.

Taf. III, Fig. 8 u. 9.

Testa perforata, in parte superiore fere plana, in inferiore amphorae modo inflata, globoso-lenticularis, tenuis, carinata; e $3^1/_2$ anfractibus rapide accrescentibus suturis carinatis inter se disjunctis composita quorum primus vesiculae modo inflatus, ultimus carinatus dimidium fere superat totius testae. Apertura securiformis, peristoma simplex. Ultimus anfractus striis longitudinalibus passim et irregulariter insitis decoratus.

Die durchbohrte Schale ist oben fast platt; nur der erste Umgang ist stark blasenförmig aufgetrieben. Gekielte Nähte trennen die einzelnen Windungen, deren nur $3^1/_2$ vorhanden sind; der letzte Umgang ist bauchig erweitert und höher als die Hälfte des Schalendurchmessers; seine Oberfläche ist mit regellosen erhabenen Längsstreifen verziert. Die Mündung ist beilförmig, ihre Ränder scheinen einfach zu sein und wie die Schale nur mässige Stücke besessen zu haben. Die Jugendstadien zeigen Ähnlichkeit mit den gleichalterigen von *Chloraea Proserpina* mihi, die geringere Zahl der Windungen, die Verschiedenheit des Embryonalumganges und die Durchbohrung lässt mir aber die Verschiedenheit der erwachsenen Formen zweifellos erscheinen.

Ich habe nur eine recente Form ausfindig machen können, die, wie mir scheint, mit grosser Wahrscheinlichkeit in die Nähe der fossilen gehört; es ist dies die im Küster'schen Conchylieneabinet auf Taf. 157, Fig. 7 und 8 abgebildete *Nanina variolosa* Pfr., mit welcher mir durch die Güte des Herrn Prof. v. Martens auch die Vergleichung in natura ermöglicht wurde. Diese Art, deren Vaterland leider nicht bekannt, die sich aber eng an indische Formen anschliesst, besitzt die gleiche Anzahl der Umgänge, die blasenförmige Auftreibung der ersten Windung, die gleiche Form der sich schnell aufwickelnden Spirale, ist durchbohrt und besitzt dieselbe Gestalt der Mündung, kurz steht in allen wesentlichen Merkmalen der fossilen Form ausserordentlich nahe. Leider wurde sie von Albers und von Martens nicht in die in der Gattung *Nanina* aufgestellten systematischen Gruppen eingeordnet, so dass dadurch auch der genetische Zusammenhang der fossilen Form mit den ihr nächst verwandten Typen noch unsicher ist. Die Gattung *Nanina* selbst ist heute, mit alleiniger Ausnahme der indessen der fossilen Form sicher nicht verwandten Untergattung *Thapsia* Alb., welche die Westküste Afrika's bewohnt, auf Südasien und den australischen Archipel beschränkt; unsere Form weist also jedenfalls auf indoaustralische Beziehungen hin.

Nanina Eurydice ist häufig im gelben Tuffe von St. Marcello wie im schwarzen von Pugniello, selten im rothen Tuffe von Altissimo; fehlt bisher in Ai Fochesatti.

Höhe 7 *mm,* Breite 15 *mm.*

Nanina (Discus) Patellina n. sp.

Taf. II, Fig. 17—17 *b*.

Testa depressa, late umbilicata, lenticuliformis, e $4^1/_2$ anfractibus suturis carinatis inter se disjunctis composita quorum ultimus acute carinatus in basim non descendens tertium fere superat totius testae. Apertura?

Die linsenförmige Schale, welche bei flüchtiger Betrachtung eine gewisse Ähnlichkeit mit Patellinen nicht verkennen lässt, ist sehr weit genabelt und wird von $4^1/_2$ Umgängen, die durch gekielte Nähte getrennt sind, gebildet; der letzte ist mit scharfem Kiele versehen und steigt nicht nach abwärts; er erreicht etwa $^1/_3$ der Gesammthöhe der flachen Schale. Die Mündung ist an den mir vorliegenden drei Exemplaren nicht erhalten.

Diese interessante Type scheint ein Vertreter der heute auf den Philippinen und dem Stillen Ocean beschränkten Untergattung *Discus* zu sein und sich eng an die *Nanina planorbis* Lecom, *splendens* Smpr. und verwandte Formen anzuschliessen. Sie ist selten und bisher nur in Ai Fochesatti in zwei Exemplaren und in St. Marcello in einem einzigen aufgefunden worden.

Höhe 4 *mm*, Breite 10 *mm*.

Helix (Patula) recurrecta n. sp.

Taf. II, Fig. 13—13 *b*.

Testa nana, depressa, globoso discoidea, perforata, teniuscula, e $4^1/_2$ anfractibus fere aequalibus et striis caelatis obtectis composita. Apertura rotunda.

Die winzige, kugelig-scheibenförmige, tief durchbohrte Schnecke liegt nur in einem Exemplar auf dem rothen Tuffe von Altissimo vor. Sie besteht aus $4^1/_2$ fast gleichen Umgängen, von denen der letzte eine einfache, runde, seitlich gewandte Mündung bildet. Die Oberfläche ist mit dicht gedrängten erhabenen Längsstreifen besetzt.

Die Form stimmt bis auf den etwas engeren Nabel mit dem als Gattung *Patula* zusammengefassten Formenkreis der *Helix rupestris* Drap. überein; ihre jetzigen Verwandten sind Kosmopoliten.

Höhe 1 *mm*, Breite $1^1/_2$ *mm*.

Fundort: Altissimo.

Ich will hier nicht unerwähnt lassen, dass mir Herr Dr. Boettger brieflich seine Bedenken gegen diese meine Bestimmung ausgesprochen hat. Er will die fossile Type lieber als eine *Gastrodonta* Alb., *Strobilus labyrinthicus* Say und Verwandte aufgefasst wissen, doch hindert mich der Mangel der Mündungszähne bei unserer eocänen Form in die von Herrn Boettger vorgeschlagene Deutung einzustimmen.

Nanina? (Omphaloptyx) petra n. sp.

Taf. II, Fig. 12—12 *b*.

Testa tenuis, parva, perforata, globoso-turbinata, striis densis longitudinalibus obtecta. 5 anfractus quorum ultimus tertium aequat totius testae. Apertura simplex, peristoma expansum, marginibus approximatis; columella plica obtusa praedita.

Diese prächtige kleine Art wurde von mir zuerst in die Verwandtschaft der hochnordischen *Acanthinula*-Arten gestellt, bis mir Dr. Boettger die kleine stumpfe Spindelfalte herauspräparirte und damit unzweideutig ihre Zugehörigkeit zu der von ihm im J. 1874 beschriebenen mitteloligocänen Gattung *Omphaloptyx*[1] bewies. Die kleine, kugelig-kegelförmige Schnecke besteht aus fünf Umgängen, welche mit dichten, aber sehr zarten Längsstreifen versehen sind; der letzte erreicht etwa $^1/_3$ der Gesammthöhe, die Mündung ist einfach, nach der Seite gewandt, ihre Ränder leicht umgeschlagen und einander genähert; die Columella trägt eine feine stumpfe Falte.

„Lebend existirt nichts Ähnliches; die oligocäne Art ist grösser (altid. $4^1/_4$, diam. $4^1/_2$ *mm*), das Spindelknötchensitzt höher an der Spindel und die Sculptur ist nächst der Naht viel tiefer knotenartig

[1] Bericht d. Senkenb. Naturw. Ges. 1874, S. 64.

vertieft. — Ein Fleischfresser ist es jedenfalls; früher dachte ich an die Verwandtschaft mit *Streptaxis*, jetzt bin ich mehr für Ähnlichkeit mit den Naniden (*Hemiplecta, Nesta* und *Kaliella*), doch besitzt keine lebende Art die stumpfe Spindelfalte. *Nanina rectangula* P. von den Marquesas, im Übrigen recht abweichend, zeigt allein eine ähnliche Faltenbildung auf der Spindel.“ (Boettger in Litt.)

Höhe 4 *mm*, Diam. $4^1/_2$ *mm*.

Fundort: Pugniello, Altissimo.

Bulimulus eocaenus n. sp.

Taf. II, Fig. 1—4.

Megalomastoma imbricatum Sandb. Taf. XII, Fig. 3 *b*, 3 *c*.

Testa oblonga, rimata, ovato-conica, in medio turgida, e 7 anfractibus paulatim accrescentibus fere rectis composita quorum ultimus in primis animalis stadiis acute, in adultis leviter carinatus tertium fere aequat totius testae. Apertura longitudinalis, profunda, tertium totius testae amplectens; margines inaequales; exterior altius provectus laevis, columellaris ab ipsa columella formatus acutus, edentatus, in basi aperturae paululum incrassatus. Tota testa striis longitudinalibus confertissimis fere caelatis obtecta.

Die Schnecke, welche von Sandberger wenigstens in ihren Jugendstatien (Taf. XII Fig.), 3 *b* und 3 *c* scheinen hieher zu gehören) mit dem äusserlich ziemlich ähnlichen *Megalomastoma (Coptochilus) imbricatus* Sandberger verwechselt wurde, ist genabelt, eiförmig-kegelig, in der Mitte bauchig angeschwollen. Sie besteht aus sehr wenig schiefen, langsam an Breite zunehmenden Windungen, an welchen die letzte etwa $^1/_3$ der Gesammthöhe misst. Die Mündung ist länglich, schmal aber tief und misst $^2/_3$ der Schalenlänge. Ihre Ränder sind ungleich, der äussere, der stets schlecht erhalten ist, scheint einfach gewesen zu sein und setzt etwas oberhalb des Columellarrandes ein, so dass die Mündung beinahe das Bild eines menschlichen Ohres gewährt, der Innenrand wird durch die Columella selbst gebildet; er ist schmal, etwas gedreht und wird nach innen von einer tiefen, aber schmalen Nabelfurche begrenzt. Sein Basalende scheint leicht angeschwollen zu sein. — Die erste Windung ist stumpf, etwas aufgetrieben; die letzte trägt besonders bei jungen Individuen einen scharfen Kiel, der sich mit zunehmendem Alter immer mehr verwischt, aber auch bei den erwachsenen Formen angedeutet erscheint. — Die Type scheint zweifellos zu den Bulimiden zu gehören und ihre nächsten Verwandten in der Gattung *Bulimulus* Leach, welche heute auf Südamerika beschränkt ist, zu besitzen. Formen, wie der *Bulimulus (Scutalus) scalariformis* Pfr., der mir ebenfalls in seinen verschiedenen Alters- und Entwickelungsstadien vorliegt, scheinen ihr sehr nahe zu stehen und zeigen auch in der Sculptur unleugbare Ähnlichkeit. Besonders charakteristisch ist die ohrförmige Mündung, aber auch das Vorhandensein eines sich im Alter immer mehr verflachenden Kieles ist für beide Formen typisch, wie sie auch vortrefflich in Zahl und Form der Windungen, wie in der Gestalt des engen Nabelspaltes übereinstimmen.

Es scheint, nach der Figur zu urtheilen, als ob Deshayes *Bulimus mirus* aus dem unteren Meeressande des Beckens von Paris der Vicentiner Type nahe steht; sonst sind *Bulimulus*-Arten aus dem Eocän bisher nicht beschrieben.

Höhe 30 *mm*, Breite 15 *mm*.

Fundort: Altissimo häufiger, Marcello gemein.

Bulimulus Marcellanus n. sp.

Taf. II, Fig. 5 u. 5 *a*.

Testa rimata, oblongo-conica, in medio fere non dilatata, e 7 anfractibus paulo obliquis composita quorum ultimus tertium superat totius testae. Apertura ovalis, cum marginibus inaequalibus, interior columella ipsa formatus. Superficies ornamentis provisa videtur nullis.

Die Type, die der oben beschriebenen Art sehr ähnlich sieht und ihr nahe verwandt zu sein scheint, unterscheidet sich von derselben hauptsächlich durch die gestreckte, kegelförmige Gestalt und den Mangel der bauchigen Erweiterung in der Mitte; ausserdem ist die Mündung ovaler, der Nabel nicht so ausgesprochen,

und die Oberfläche anscheinend nicht ornamentirt. Sonst gilt auch von ihr alles das was von *Bulimulus eocaenus* oben gesagt ist; auch bei ihr ist in den Jugendformen ein stark ausgesprochener Kiel vorhanden, der mit zunehmendem Alter allmählig zurücktritt.

Höhe 25 *mm*, Breite 10 *mm*.

Fundort: St. Marcello gemein, Ai Fochesatti seltener, am Altissimo und Pugniello bisher unbekannt.

Die Gruppe *Scutalus* Albers, der die beiden oben behandelten fossilen Formen nahe stehen dürften, ist heute nach Albers hauptsächlich auf dürren, steinigen Hochebenen des mittleren und südlichen Amerikas zu Hause oder auf trockenen, regenlosen Wüstenregionen des gleichen Gebietes.

Bulimulus (Plectostylos?) deperditus n. sp.

Taf. III, Fig. 11 u. 11 *a*.

Diese interessante Form liegt leider nur in einem Bruchstücke aus dem gelben Tuffe von St. Marcello vor; da indessen die Mündung ganz erhalten ist, so scheint der Rest eine ungefähre Reconstruction der Schale zu gestatten. Es sind die $2^1/_2$ letzten Umgänge conservirt, sie verlaufen in nur leicht geneigter Spirale, die Endwindung ist bauchig aufgetrieben. Die Mündung ist länglich-eiförmig, ihre Ränder sind einfach, eine leichte Furche trennt den Columellarrand von der letzten Windung, die Schale ist undurchbohrt und ziemlich dünn.

Die Gestalt der Mündung hat grosse Ähnlichkeit mit den zur Gattung *Bulimulus* gehörigen Formen der Gruppe *Plectostylos* Albers. Formen wie z. B. *Bulimus Coquimbensis* Brod. und *Bulimus Broderipii* Sow. bieten Vergleichspunkte dar; auch würde der fossile Rest gut mit der Gruppendiagnose übereinstimmen.

Höhe 37 *mm*, Breite 28 *mm*.

Fundort: St. Marcello.

Die Gruppe *Plectostylus* enthält nach Albers Schnecken, die heute an der Westseite der Cordilleren, zumal in Chile, leben und auf dürre, felsige Gehänge beschränkt sind.

Partula vicentina n. sp.

Taf. II, Fig. 10 - 10 *b*.

Testa perforata, ovato-conica, in medio turgida, in basi leviter carinata, e $4^1/_2$ anfractibus rapide accrescentibus composita quorum ultimus dimidium superat totius testae. In primis anfractibus paucis, in ultimo imprimisque in basi densis confertisque striis caelatis praedita. Apertura subovalis, in basi coarctata, fere recta, marginibus crassissimis, duplicatis et reflexis praedita.

Die rundlich-kegelförmige, in der Mitte bauchig ausgeschweifte Schale wird aus $4^1/_2$ schnell anwachsenden Umgängen gebildet, von denen der letzte, ganz schwach gekielte, etwas mehr als die Hälfte des Gesammtdiameters misst, und in seinem Verlaufe sich der Schalenaxe nähert, so dass eine beinahe gerade Mündung entsteht. Dieselbe ist ungefähr eiförmig, an ihrer Basis etwas verengt und von dicken, stark umschlagenen Rändern umgeben, von denen der innere mit seiner bedeutend verbreiterten Ansatzstelle den Nabel beinahe verdeckt, während der äussere ein wenig höher sich an die Schale heftet. Die Oberfläche ist mit erhabenen Anwachsstreifen bedeckt, welche auf der unteren Hälfte der Schale stärker hervortreten und besonders in der Gegend des Nabels eine sehr ausgesprochene Sculptur erzeugen. Die Type gehört mit grösster Wahrscheinlichkeit in die Gruppe *Partula* Fér., unter den Bulimiden, welche durch ihre merkwürdige Verbreitung, wie durch ihr Lebendiggebären die Aufmerksamkeit der Naturforscher von jeher auf sich gezogen haben. Die wesentlichsten Merkmale, die kegelig-eiförmige Gestalt, die Zahl der Umgänge, wie der Mundränder stimmen vollkommen überein. Die Gruppe enthält jetzt nach Martens: „Laubschnecken, welche auf Büschen und Bäumen der kleinen Inseln des stillen Ozeans leben.“ Eine besonders ausgesprochene Ähnlichkeit zeigt die fossile Form zu *Partula gibba* Fér. (abgeb. Taf. II, Fig. 11 - 11 *b*), einer Art, welche heute nach Férussac und Reeve Guam die Marianen- und Sandwich-Inseln bewohnt. *Partula vicentina* ist die erste, bisher in Europa fossil aufgefundene Art dieser eigenthümlichen, in ihrer Verbreitung jetzt so merkwürdig abgeschlossenen Gruppe.

Höhe 15 *mm*, Breite 10 *mm*.

Fundort: Altissimo, sehr selten (2 Exemplare).

Gibbulina simplex Sandb.

Taf. I, Fig. 9—9 *d*.

Pupa simplex Sandb. Taf. XII, Fig. 15—15 *a*.

Testa rimata, cylindrica, striata, e 7 anfractibus sensim accrescentibus formata quorum ultimus tertium fere aequat totius testae. Apertura ovata, edentula; peristoma leviter reflexum, marginibus callo junctis, in adolescentibus carinata, in adultis carina evanescente.

Die in der Jugend gekielte, später kiellose Type wird von Sandberger bereits genauer beschrieben; was an seinen Exemplaren noch undeutlich war, lässt sich an der Hand der verschiedenen neu hinzugekommenen Stücke ergänzen, so dass die Artdiagnose jetzt wohl hinlänglich scharf geworden sein dürfte. Auch ich glaubte in ihr mit Sandberger zuerst einen *Cylindrus* Fitz, also Verwandten der *Pupa indica* Pfr. erkennen zu müssen, trotzdem bei diesen die Anzahl der Umgänge eine viel grössere, die Form viel zugespitzter ist als bei der fossilen Type und sie zudem des Callus an der Mündung entbehrt. Da machte mich Herr Dr. Boettger auf die Gruppe der fleischfressenden, auf die Gruppe der Maskarenen beschränkten *Gibbulinen* Pfr. aufmerksam, und es zeigte sich bald, dass dieselbe in der ganzen Anlage des Gewindes, der Form der stumpfen Spitze, der ovalen, callösen Mündung wie des Nabelschlitzes und der Sculptur, kurz in allen wesentlichen Punkten der fossilen Type so nahe stehen, dass sie wohl mit ihr zu vereinigen sein dürften. Insbesondere scheinen die zahnlosen Arten, wie *Mauritiana* Mor. von Mauritius und *Funicula* Val. von Isle de France innig mit der eocänen Form verbunden zu sein.

Die Form liegt sowohl von Altissimo, wo sie am häufigsten, als aus Pugniello und Ai Fochesatti in zahlreichen Exemplaren vor; merkwürdigerweise wurde sie auch in der Süsswasserbildung von Lovara di Tressino, die sonst ausschliesslich Melanopsiden und Planorben enthält, in drei Exemplaren aufgefunden; sie dürfte sich also wie die recenten Succineen in der Nähe von Süsswasserbecken mit Vorliebe aufgehalten haben.

Ihre Dimensionen schwanken zwischen 6—10 *mm* Länge und 4—6 *mm* Breite.

Pupa (*Paracraticula* n. sbg.) ***umbra*** n. sp.

Taf. III, Fig. 10—10 *b*.

Testa nana, perforata, globoso-conica, in apice plana; anfractus 5, striis caelatis teniusculis praediti, ultimus quartum amplectens totius testae altitudinis. Apertura verticalis, callosa; 3 plicae parietales, 2 columellaris, 2 dentes in margine externo.

Diese ausserordentlich kleine, prächtig erhaltene Pupide stammt aus dem schwarzen Tuffe von Pugniello. Sie besteht aus 5 stark gewölbten Umgängen, von denen der letzte leicht gekielt ist und eine sphärisch-dreieckige Mündung trägt. Diese lässt 3 Parietal- und 2 Columellar-Falten erkennen und trägt ausserdem an der Aussenlippe in der oberen Ecke zwei starke Zähne. Auffallend ist die ganz flache Spitze des Schälchens. Die Type scheint mir nach Abbildung und Beschreibung Deshayes zu urtheilen, sich eng an die *Pupa globulus* Desh. aus dem Calcaire de Beaux anzuschliessen und nur in unwesentlichen Merkmalen wie in der Zahl der Mündungszähne von ihr unterschieden zu sein. Ich schlage für beide Formen das Subgenus *Paracraticula* vor; recent scheint nichts Ähnliches vorzukommen; insbesondere unterscheidet die stumpfe Spitze und kugelige Gestalt, wie die stark callöse Mündung die fossilen Formen auch wie derjenigen Art, welcher sie in ihren sonstigen Merkmalen noch am nächsten stehen dürften, der von Lowe als Subg. *Craticula* abgeschiedenen *Pupa calathiscus* Lowe aus Portosanto. Die Art weist also jedenfalls auf Beziehungen zu den atlantischen Inseln hin.

Höhe und Breite etwa 1 *mm*.

Fundort: Pugniello.

Clausilia (Disjunctaria) indifferens Sandb.

Taf. V, Fig. 7—7 *c*.

Clausilia indifferens Sandb. Taf. XII, Fig. 10.

Testa sinuata, ventricosa-fusiformis, dense sed tenere costulata; spira apice obtusa, anfractibus 9, quorum ultimus compressissimus. Apertura subtrapezoidalis in parte sinistra in altum protracta, duabus plicis palatinis et plica columellari munita. Peristoma duplicatum et expansum.

Die Type ist in Sandberger's Abbildung ziemlich verzeichnet; der letzte Umgang ist zu hoch dargestellt und die Gesammtform nicht rund genug; auch tritt die so scharf ausgesprochene Streifensculptur nicht deutlich hervor.

Die durchbohrte Schale ist bauchig-spindelförmig; sie besteht aus in der Grösse nicht sehr von einander abweichenden Windungen, von denen die ersten beiden ziemlich stumpf sind und die letzte am Nabelritz stark eingeschnürt ist. Die Mündung ist rundlich-trapezförmig, an der linken Seite oben ausgezogen und lässt zwei zarte Gaumenfalten und eine Spindelfalte erkennen. Die ganze Schale ist mit dichtgedrängten, aber zarten, erhabenen Längsstreifen besetzt, die erst in der Nähe der Mündung stärker hervortreten. Die Mundränder sind verdickt und umgeschlagen.

„Sicher zur Section *Disjunctaria* Boettg. gehörig. Lebende Verwandte fehlen. Ist übrigens durch Nabelbildung und Sculptur gut von *Claus. oligogyra* Boettg. von Ronca und der *Claus. (Disjunctaria) exarata* Oppenh. geschieden." (Boettger in litteris).

Höhe 18 *mm*, Breite 6 *mm*.

Fundort: Altissimo (abgebildetes Exemplar, Sandberger's Original; St. Marcello, Ai Fochesatti je ein Bruchstück).

Clausilia (Disjunctaria) exarata n. sp.

Taf. IV, Fig. 9—9 *b*.

Testa perforata, fusiformis, dense sed tenere costulata; spira apice acuta, ex 8 anfractibus fere aequalibus composita. Apertura auris humanae habit formam, strictissima, in marginie columellari plicata, in exteriore laevis, in fundo 2 vel 3 plicae palatinae, una columellaris. Peristoma duplicatum et reflexum.

Diese schöne Form liegt in einer Anzahl von Steinkernen aus Ai Fochesatti und zwei mit Schalen und Mündung erhaltenen Stücken aus Pugniello vor. Sie ist spindelförmig, oben ziemlich spitz und besteht aus acht annähernd gleichen Umgängen. Die Mündung besitzt die Form eines menschlichen Ohres, ist am Columellarrande stark gefältelt, am Aussenrande dagegen glatt und lässt 2 Gaumen- und 1 Spindelfalte erkennen.

„Die Type ist nächstverwandt mit *C. oligogyra* Boettg. von Ronca, aber schon durch die Sculptur scharf unterschieden. Durch die Kenntniss der Gaumenfalten wird die Diagnose der Section *Disjunctaria* Principale — erste / zweite } Gaumenfalte zu ergänzen sein. Demnach sind die Beziehungen zur Gattung *Serrulina* Mousson (Transkaukasien doch etwas grösser als früher angenommen werden durfte. Die Mündung erinnert sogar an die lebende *Serratulina serrulata* P. aus Transkaukasien, der Schliessapparat aber weicht, wie zu erwarten war, doch erheblich ab." Vergleiche im Übrigen Boettger's Claussilienstudien Seite 108). Boettg. in litteris. Palaeontographica 1877, Suppl. I.

Höhe 15 *mm*, Breite 5 *mm*.

Fundort: Pugniello (abgeb.), Ai Fochesatti (abgeb.), bis jetzt anscheinend nur im unteren Tuffe von Ronca aufgefunden.

Clausilia (Oospira) Pugniellensis n. sp.

Taf. IV, Fig. 6 u. 7.

Testa ventricosa, apice obtusissima, liris longitudinalibus passim et sparse insitis decorata. Anfractus 5, rapide accrescentes. Plicae 1 columellaris, palatinae 3 vel 4, prima longitudine alteras superante. Apertura?

Diese äusserst interessante Type liegt sowohl aus Pugniello als aus Ai Fochesatti vor. Sie besteht aus 5 Umgängen, welche eine schnell sich erweiternde Spirale bilden und mit erhabenen, weit von einander entfernten Längsrippen geschmückt sind. Die Mündung ist nicht ganz erhalten, wohl aber ihre Falten, von denen ich eine Principale und 3—4 Gaumenfalten zähle; von letzteren ist die erste bei weitem die stärkste.

Ganz prachtvolle *Phaedusa* Ad., Untergruppe *Oospira* Blfd. Nächster Verwandter ist *Claus. bulbus* Bens. aus Tenasserim. Keine der lebenden Oospiren besitzt übrigens die distante Rippung; *Claus. (Oospira) sinuata*

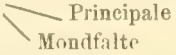
Mich. von Rilly, die ich besitze, ist die nächste fossile Art, aber die Schalenrippchen sind auch bei dieser viel enger.“ Boettg. in litteris.

Höhe 14 *mm*, Breite 1 *mm*.

Clausilia (Acrotoma) marcellana n. sp.

Taf. V, Fig. 6—6 *b*.

Ein Clausiliensteinkern aus St. Marcello, der vier Umgänge einschliesslich der Schlusswindung enthält. Eine spindelförmige, anscheinend sehr langgestreckte Form; 1 Principale und Mondfalte vorhanden; Mündung flach, Ränder verdickt.



„Die Type gehört mit grosser Wahrscheinlichkeit zur Section *Acrotoma* Boettger, von welcher drei Species aus dem Westkaukasus bekannt sind. Nächste Verwandte ist *Claus. (Acrotoma) semicincta* Boettg. vom westlichen Ciskaukasien.“ Boettg. in litteris.

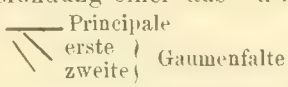
Höhe des Fragmentes 12 *mm*, Breite 5 *mm*.

Fundort: S. Marcello.

Clausilia deperdita n. sp.

Taf. IV, Fig. 8.

Die Mündung einer aus St. Marcello stammenden Clausilie, 1 Principale und 2 ganz schräge Gaumenfalten.



„Ähnliche Gaumenfalten finden wir höchstens bei der auf die Krim beschränkten Section *Mentissa* Boettg. und bei einigen Arten der Section *Euxina* Boettg. (*Clausilia Schwarzenbachi* Ad. Schm., Klein-Asien), aber eine nähere Verwandtschaft besteht sicher nicht. Auch diese Art repräsentirt also eine ausgestorbene Section.“ Boettg. in litteris.

Höhe 5 *mm*, Breite 3 *mm*.

Fundort: S. Marcello.

Clausilia (Phaedusa) inexpleta n. sp.

Taf. V, Fig. 1 u. 1 *a*.

Der rechtsgewundene, fast vollständige Steinkern besteht aus 7 langsam zunehmenden Umgängen. Principale, 2 Gaumen- und Mondfalte sind entwickelt. Mündung nicht erhalten.

„Das rechtsgewundene Stück hat deutliche Mondfalte unter der Principalen, die Erhaltung ist leider schlecht, doch steht der Zuweisung zur Section *Phaedusa* Ad. (Trop. Asien) nichts im Wege, wo sie neben der Subsection *Hemiphaedusa* Boettg. eine eigene Subsection bilden mag; rechts gewundene Hemiphaedusen sind in der Jetztzeit nicht bekannt. — An *Albinaria* und *Cristataria* ist der geringen Anzahl der Umgänge wegen nicht zu denken.“ Boettg. in litteris.

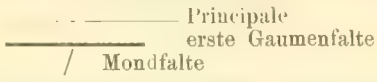
Höhe 12 *mm*, Breite 4 *mm*.

Fundort: Ai Fochesatti.

Clausilia (Euclausta n. sp. [εὐκλαυστή]*) Nerinea* n. sp.

Taf. V, Fig. 8—8 *d*.

Die rechtsgewundene, in 7 Exemplaren vorliegende, aus 6—7 Umgängen zusammengesetzte, prächtige Art ist mit dichter Längssculptur versehen. Die Mündung ist ohrförmig, ein Nabel scheint zu fehlen. Es ist 1 Principale und 1 beinahe ebenso lang werdende Gaumenfalte vorhanden; ebenso ist die Mondfalte stark entwickelt.



„Der höchst eigenthümliche Schliessapparat der rechtsgewundenen Type entfernt dieselbe von der fossilen Section *Constricta* Boettg., zu der sie als rechtsgewundene Subsection sonst ganz gut gepasst hätte, der Section

Constricta fehlt die erste Gaumenfalte und Lunella. Von Section *Cristataria* von Vest (Syrien) und der rechtsgewundenen Gruppe der *Claus. Voittii* Rssm. (Morea) der Section *Albinaria* von Vest trennt sich die fossile Art durch das Auftreten einer langen oberen Gaumenfalte und von letzterer (*Voittii*-Sippe), der sie habituell sehr ähnlich ist, auch insbesondere durch den viel kräftiger entwickelten Schliessapparat. Es ist also eine neue Section für diese Species geboten." Boettg. in litteris.

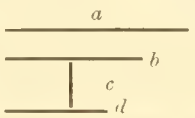
Höhe der erhaltenen Bruchstücke etwa 10 *mm*, Breite 4 *mm*.

Fundorte: Pugniello (abgeb.), 3 Exemplare, Altissimo, S. Marcello, Ai Fochesatti je 1 Exemplar.

Clausilia (Phaedusa) Silenus n. sp.

Taf. V, Fig. 2 u. 2 *a*, 4 u. 4 *a*.

Die aus 10 Umgängen bestehende Type ist in der Mitte bauchig angeschwollen. Sie scheint 1 Principale und eine sehr lange obere und kurze untere durch Lunelle verbundene Gaumenfalte zu besitzen. Die Mündung fehlt an sämmtlichen Exemplaren.

„Die Type ist durch die erhaltenen Eigenthümlichkeiten nicht soweit charakterisirt, dass ihre Zutheilung zu einer lebenden Section mit Sicherheit gelingen könnte. Ist aber, wie ich „zu sehen glaube", der Schliessapparat so gebildet 

a Principale
b obere Gaumenfalte
c Lunelle
d untere Gaumenfalte
, so haben wir es mit einen ganz sicheren *Phaedusa*, Subsection *Hemiphaedusa* Boettg. zu thun. Als verwandt hätte dann *Cl. exilis* H. Ad. von Formosa zu gelten." Boettg. in litteris.

Höhe 15 *mm*, grösste Breite 7 *mm*.

Fundort: Ai Fochesatti 3 Exemplare, Altissimo 1 Exemplar.

Clausilia sp.

Taf. V, Fig. 3 u. 3 *a*.

Ein thurmförmig aufgewundener Clausiliensteinkern aus Ai Fochesatti, dessen erste Windung korkzieherartig aufgerollt sind. Schliessapparat fehlt.

„Ich halte diese Form nicht für ausgewachsen, da Principalfalte und Andeutungen eines Verschlusses fehlen. In der Form ist es eine junge *Phaedusa* Ad. oder *Serrulina* Mouss. und sicher aus einer Gruppe die später decollirt. Bei solchen ist gewöhnlich die Embryonalspira sehr lax aufgewunden. Zum Vergleiche sind heranzuziehen *Serrulina funiculum* Mouss. von Batum und die Subsection *Euphaedusa*, *Hemiphaedusa* und *Stereophaedusa* Boettg. aus Ost- und Südost-Asien." — Sicher also deutet die Form auf Asien! Boettg. in litteris.

Clausilia (Emarginaria) exsecrata n. sp.

Taf. V, Fig. 5—5 *d*.

Testa rimata, pupoidea, dense costulata; anfractus 7 vel 8 inflati, ultimus quartum habet totius altitudinis. Apertura ovoidea, margines dilatati, reflexi, plicatuli. Principalis 1, longissima. Palatales 4. Clausilium emarginatum.

Diese hochinteressante, prächtig erhaltene pupoide Clausilie zeigt ein am Ende ausgerandetes Schliessknöchelchen; da sie zudem mehrere Gaumenfalten besitzt, die Mondfalte fehlt und Mündung und Mundsaum gefältelt sind, so gehört sie zweifellos zur Section *Emarginaria* Boettg., welche auf Grund der nur in ihren letzten Windungen erhaltenen *Clausilia Schaefferiana* Cl. aus dem Obermiocän von Undorf bei Regensburg von Boettger aufgestellt wurde. Es würde sich demnach aus unserer Form, an welcher nur die Spitze fehlt, die Sectionsdiagnose erweitern und die Beziehungen zu lebenden Formen mit grösserer Sicherheit bestimmen lassen. Boettger stellt bisher die Section *Emarginaria* in der Nähe der auf die Krim beschränkten Untergattung *Mentissa*.

Höhe 12 *mm*, Breite 6 *mm*.

Fundort: Schwarzer Tuff von Pugniello.

BASOMMATOPHORA Kfst.

LINMAEIDAE Kfst.

Planorbis Tressinensis n. sp.

Taf. II, Fig. 18—18 *c.*

Testa corniculiformis, parvula, superne et inferne aequaliter infundibuli modo immersa, e $3^1/_2$ anfractibus composita quorum primi inter se aequales, tertius $^2/_3$ superat totius testae latitudinis. Primi anfractus laeves, tertius costulis transversalibus, perobliquis, caelatis obtectus. Apertura obliqua, rotundata, obcordata.

Die winzige, 2—3 *mm* im Durchmesser umfassende Schale ist oben und unten gleichmässig trichterförmig vertieft; sie besteht aus $3^1/_2$ Umgängen, von denen die ersten eine sehr enge Spirale bilden, während der dritte, zumal in der Nähe der Mündung mit erhabenen Anwachsstreifen verziert, mehr als $^2/_3$ des Schalenumfanges misst. Letztere ist rundlich, herzförmig oder schräg abgestutzt.

Die Form ist ein sicherer *Cornetus* und steht dem tropisch-indischen und ostafrikanischen *Planorbis indicus* zweifellos nahe. Unter den gleichaltrigen Planorben, so weit sie Sandberger erwähnt, scheint mir die Vicentiner Art nur der *Planorbis platystoma* Wood aus dem englischen Obereocän zu vergleichen; doch ist diese platter und auf beiden Seiten verschieden eingesenkt.

Fundort: Lovara di Tressino in Begleitung von *Melanopsis*-Arten; auch in Bolca in der Süsswasserablagerung des Monte Begano häufig.

Durchmesser 2—3 *mm.*

CYCLOSTOMIDAE (Menke) Claus.

Cyclotus laevigatus Sandb.

Taf. III, Fig. 3—3 *c.*

Cyclotus laevigatus Sandb. S. 242, Taf. XII, Fig. 11 u. 11 *a.*

Von dieser im schwarzen Tuffe von Pugniello ausserordentlich häufigen, sonst nirgends auftretenden Species, deren genaue Diagnose bereits von Sandberger veröffentlicht wurde, liegen mir Exemplare mit Deckel in der Mündung vor. Letzterer ist ohrförmig, fast flach, nur auf der Oberseite leicht ausgehöhlt, ganz kalkig und besteht aus 4 ganz allmählig aufgerollten Umgängen, welche durch scharfe Längsrippen mit einander verbunden sind. — Charakteristisch für die Species ist übrigens, dass nur die dritte Windung — nicht die zweite, wie Sandberger angibt — mit starken Spiralringen geschmückt ist, während die übrigen 4 nur Anwachsstreifen erkennen lassen — eine Art der Ornamentation, welche bei unserer Form in der Jugend ganz besonders hervortretend, mir bei recenten Arten nicht bekannt ist.

Durch die Gestalt und Consistenz des Deckels wie den Gesammthabitus schliesst sich die Type innig an südamerikanische *Cyclotus*-Arten, wie *Cyclotus translucidus* Sow. und verwandte Formen an, ganz analoge Arten, die auch in der Sculptur der Schale zum Vergleiche herangezogen zu werden verdienten, wüsste ich nicht aufzuführen. An *Cyclotopsis* Benson und andere indische Typen zu denken, verbietet die Form des Deckels.

Höhe 8 *mm*, Breite $6^1/_2$ *mm.*

Fundort: Schwarzer Tuff von Pugniello.

Cyclotus obtusicosta Sandb.

Taf. III, Fig. 6—6 *f.*

Cyclotus obtusicosta Sandb. S. 241, Taf. XII, Fig. 5—5 *d.*

Auch bei dieser Art vermag ich mich im Wesentlichen ganz an der Sandberger'schen Diagnose anzuschliessen; nur bin ich geneigt, in dem von Sandberger beobachteten, regelmässigen Wechsel von breiteren und schmäleren Längskielen in der Sculptur der Schale nur individuelle Zufälligkeiten und kein specifisches Merkmal zu erblicken, da eine Reihe von Stücken dieses wichtige Moment nicht zeigen. — Aus dem gelben

Tuffe von St. Marcello liegen eine Anzahl von Deckeln vor, welche in der Grösse die Mündung dieser Art gerade ausfüllen. Sie sind ohrförmig, kalkig, in der Mitte hornig und bestehen aus nur drei weit gewundenen Umgängen und subexcentrischem Kern; die Aussenseite ist etwas ausgehöhlt, die Innenseite flach. Falls diese Deckel der Type wirklich angehören sollten, so dürfte sie sich dem *Cyclotus laevigatus* eng anschliessen und wie dieser mehr an südamerikanische als an die südasiatischen Formen erinnern, mit welchen sie sonst grosse Ähnlichkeit besitzt.

Höhe 8 *mm*, Breite 7 *mm*.

Fundort: Altissimo, S. Marcello.

Cyclotopsis vicentina n. sp.

Taf. III, Fig. 5—5 *g*.

Testa late umbilicata, depressa, subdiscoidea; e 5 anfractibus suturis profundis inter se distantibus et liris spiralibus confertissimis praeditis composita quorum ultimus dimidium fere aequat totius testae. Umbilicus profundissimus, $^2/_3$ diametri superans. Apertura subcircularis, labium externum altius provectum quam internum. Peristoma leviter duplicatum et reflexum.

Operculum testaceum, subcirculare, in centro semper perforatum, superne multo incavatum, inferne fere planum, e 6 vel 7 anfractibus lente accrescentibus formatum, anfractuum margo acute elevatus.

Die flach-scheibenförmige Schale wird aus 5 Umgängen gebildet, von denen die erste knopfförmig abgestutzt ist, während die übrigen, durch tiefe Nähte von einander getrennt, in sich schnell erweiternder Spirale die Schale bilden. Die letzte Windung, deren Höhe etwa die Hälfte des Gesammtdurchmessers beträgt und welche in der Jugend etwas gekielt ist, nähert sich, ohne sich von der Axe loszulösen, in ihrem Ende wieder ihrem Ursprung und bildet hier eine schief-kreisförmige Mündung mit verdickten und leicht umgeschlagenen Rändern. Die Schale ist tief durchbohrt, der trichterförmige Nabel lässt die vorspringenden Ränder der beiden letzten Umgänge deutlich erkennen. Erhabene, leicht gewellte, unter sich parallele, ziemlich grobe Spiralrippen schmücken die Schale besonders auf den drei letzten Windungen; auf Umgang III zähle ich deren 6, auf IV 10 und V 20. Der damenbrettartige Deckel, welcher noch im Zusammenhange mit der Schale gefunden wurde, ist kalkig, in der Mitte, auf welcher sich jetzt ein kreisrundes Loch befindet, scheint ehemals Hornsubstanz vorhanden gewesen zu sein. Er ist multispiral, subexcentrisch und besteht aus 6—7 Umgängen, welche einander concentrisch umfassen. Seine Unterseite ist tief concav und greift mit ihren Rändern etwas über die ebene Oberseite herüber, der Aussenrand des Deckels ist leicht ausgehöhlt und in der Mitte rinnenförmig vertieft, seine Umgänge treten auf der Unterseite mit ihren Rändern scharf hervor.

Die Type gehört wohl zweifellos in die von Benson von den typischen Cycloten als *Cyclotopsis* getrennte Verwandtschaft des *Cycl. subdiscoideus* Benson und *Trailli* Pfr., welche auf Südasien beschränkt sind. Bei den ähnlich gebauten Südamerikanern, wie *Cycl. perdistinctus* Gundl. löst sich die letzte Windung stets von der Axe los und eine Spiralsculptur wie bei der fossilen Form ist nie vorhanden.

Höhe 5 *mm*, Breite 11 *mm*.

Fundort: Pugniello, Ai Fochessati, S. Marcello, Altissimo, überall gemein.

Cyclotopsis exarata Sandb.

Taf. III, Fig. 7—7 *c*.

Cyclotus exaratus Sandb. S. 241, Taf. XII, Fig. 6.

Schliesst sich so eng durch den vollkommen analog gebauten Deckel — er besitzt eine Windung weniger und die Längsstreifen treten schärfer hervor — an die oben beschriebene *Cyclotopsis vicentina* an, dass er trotz der Differenz in der äusseren Form wohl mit ihr in dieselbe Gruppe zu vereinigen sein dürfte.

Höhe 5 *mm*, Breite 6 *mm*.

Fundort: Altissimo, St. Marcello, Pugniello, in letzterer Localität seltener.

Pomatias crassicosta Sandb.

Taf. II, Fig. 15—15 *b*.

Pomatias crassicosta Sandb. S. 240, Taf. XII, Fig. 4.

Testa turrita, truncata, obtecte perforata, e 7 anfractibus lente accrescentibus, paulo obliquis composita quorum ultimus acute carinatus quartum fere aequat totius testae. Apertura fere ovata; margo exterior duplicatus et expansiusculus. Tota testa densis et confertis striis longitudinalibus crassissimis, paribus inter se intervallis distantibus obtecta.

Von dieser anscheinend ziemlich seltenen Type liegen mir ausser dem Sandberger'schen Originale eine Reihe von Exemplaren, sowohl von Altissimo als von St. Marcello, Ai Fochesatti und Pugniello vor. Die Schale ist anscheinend oben abgestutzt, thurmförmig gewunden und bedeckt durchbohrt. Sie besteht aus 7 an Breite langsam zunehmenden Umgängen, die in sehr schwach geneigter Spirale verlaufen; der letzte, welcher etwa $^1/_4$ der Gesammthöhe ausmacht, ist schwach gekielt, was bei dem auf der Unterseite etwas verdrückten Sandberger'schen Exemplare nicht deutlich sichtbar, an den meisten anderen hingegen mit wünschenswerther Sicherheit festzustellen ist. Die leider nie vollständig erhaltene Mündung ist eiförmig, ihre Aussenwand etwas vorspringend und leicht verdickt. Die ganze Schnecke ist mit erhabenen, dicht gedrängten Anwachsstreifen geschmückt, die scharf und deutlich hervortreten.

Höhe 9 *mm*, Breite 4 *mm*.

Die Pomatien sind heute auf das Mittelmeergebiet beschränkt.

Die Type scheint mir in Ornamentik und Form des gekielten Umganges, der abgestutzten Spitze und dem Mangel eines Nabels am meisten Ähnlichkeit mit der *Pom. auritum* Mke. aus Albanien zu besitzen; doch ist der Kiel bei der fossilen Form viel ausgesprochener und die Sculptur scheint eine gleichmässigere zu sein. In letzterer Hinsicht scheint sie mehr der *Pom. aspersum* Phil. aus Sicilien zu gleichen; Formen mit so ausgesprochenem Kiel dagegen sind mir recent nicht bekannt. Die Habitusähnlichkeit zu *Pom. striolatum* Porro, von welcher Sandberger spricht, vermag ich nicht zu bestätigen; die fossile Form unterscheidet sich von dieser Species scharf durch die abgestutzte Spitze, das Vorhandensein des Kieles, den Mangel eines Nabels und die Verschiedenheit der Mundränder.

Coptochilus imbricatus Sandb.

Taf. II, Fig. 6, 7, 8.

Megalomastoma (Coptochilus) imbricatum Sandb. S. 241, Taf. XII, Fig. 3.

Sandberger scheint mir in der Abbildung, welche er auf Taf. XII Fig. 3 seines Werkes von dieser schönen, im rothen Tuff von Altissimo gemeinen, selten aber untadelig erhaltenen Cyclostomide zu geben versucht, dieselbe mit einer Helicide, dem oben beschriebenen *Bulimulus eocaenus* n. sp. wenigstens theilweise verwechselt zu haben; 3*b* und 3*c* gehören wohl sicher dorthin. Es ist dieser Irrthum dann sehr begreiflich, sobald die Mündung fehlt; allerdings gewähren dann Helicide und Cyclostomide ein überraschend ähnliches Habitusbild und da auch die Sculptur keinen Aufschluss gewährt, so ist bei Bruchstücken die Entscheidung manchmal schwer zu fällen.

Die Form ist übrigens nur bei Altissimo verhältnismässig häufig, in S. Marcello dagegen ziemlich selten. Aus letzterer Ablagerung stammen indessen die auf Fig. 7 u. 8 dargestellten jugendlichen Exemplare, welche die durchgreifenden Unterschiede der Type von den gleichalterigen auf Fig. 2, 3, 4 gezeichneten Stadien des *Bulimulus eocaenus* scharf erkennen lassen. die Umgänge, welche bei letzterer Form schnell an Grösse zunehmen, sind an unserer Type fast gleich, ein Kiel ist, wie zu erwarten, bei *Coptochilus* selbst in den Jugendstadien nicht vorhanden; der junge *Bulimulus* ist kurz und plump, der gleichalterige *Coptochilus* lang und gestreckt, *Bulimulus* ist durchbohrt, *Coptochilus* entbehrt jedes Nabelspaltes, kurz die beiden Formen haben miteinander ausser einer gewissen oberflächlichen Ähnlichkeit nichts gemein.

Die Verwandtschaft des *Megalomastoma imbricatum* Sandb. mit der auf Ostindien beschränkten Gruppe der *Coptochili*, die von Fischer von den südamerikanischen Megalomastomen wohl mit Recht abgetrennt und generisch selbstständig gemacht wird, scheint auch mir sehr wahrscheinlich.

Höhe 37 *mm*, Breite 17 *mm*.

Fundort: Altissimo häufiger, S. Marcello, Ai Fochesatti selten.

Coptochilus Sandbergeri n. sp.

Taf. II, Fig. 9 u. 9 *a*.

Diese Form, die leider nur in einem Exemplare aus den schwarzen Tuffen von Pugniello vorliegt, unterscheidet sich von dem habituell sehr ähnlichen *Coptochilus imbricatus* Sandb. durch die viel geringere Grösse, vor Allem aber durch das Vorhandensein eines deutlichen Nabels, der hier scharf hervortritt, während ich bei *imbricatus* auch nicht die Spur einer Durchbohrung zu entdecken vermag. Indessen ist der Totalhabitus, insbesondere aber die Form der ovalen mit starker Verbindungsschwiele versehenen Mündung der Form aus den rothen Tuffen so ähnlich, dass dieselben wohl zweifellos generisch zu vereinigen sein werden. Vielleicht ist die vorliegende Form, die bisher nur in dem untersten Schichtencomplexe gefunden wurde, als der Vorläufer der jüngeren aufzufassen.

Höhe 18 *mm*, Breite 9 *mm*.

Fundort: Pugniello.

Cyclostoma (Colobostylus) marcellanum n. sp.

Taf. III, Fig. 4—4 *c*.

Testa ovato-turrita, perforata, confertim striata, e 6 anfractibus fere aequalibus composita. Anfractus embryonalis semper deletus, suturae profundissimae. Ultimus anfractus paulo dilatatus aperturam habet fere ovatam. Peristoma duplicatum.

Die thurmförmige, in ihren letzten Windungen etwas angeschwollene Schale wird aus 6 durch tiefe Nähte getrennten Umgängen gebildet, von denen die beiden letzten, unter sich gleich, etwa die Hälfte der ganzen Schnecke ausmachen. Die Embryonalwindung ist stets zerstört, der erste Umgang beginnt mit knopfförmiger Narbe und ist wie die folgenden mit dichten Längsstreifen bedeckt, die nach unten hin an Stärke zunehmen und besonders auf der durchbohrten Grundfläche eine zierliche Längssculptur bilden. Die Mündung ist rundlich-eiförmig, ihre Ränder leicht verdickt.

Höhe 9 *mm*, Breite 6 *mm*.

Die Schnecke ist bisher nur in St. Marcello und in Ai Fochesatti aufgefunden worden, wo sie ziemlich selten ist. Sie gehört nach Gestalt, Form der Mündung und Sculptur in die Untergruppe *Cyclostomus* Montfort, und zwar zu den *ovato-turritae*, mit verbreitertem Peristom versehen, jetzt als *Colobostylus* abgetrennten Formen, welche ausschliesslich auf Westindien beschränkt sind. Am nächsten dürften der fossilen Art *Cyclostomus Lachneri* Pfr. wie *Cycl. Redfieldianus* Ad. und ähnliche Typen verwandt sein.

Craspedotropis resurrecta n. sp.

Taf. II, Fig. 14—14 *c*.

Testa perforata, trochiformis, in basi planulata, e 6 anfractibus composita, quorum duo ultimi inter se fere aequales $^2/_3$ superant totius testae. Anfractus ultimus 6 striis transversibus ornatus carinam habet quamvis tenuem tamen expansissimam et acutissimam. Apertura angusta, ovata, peristoma leviter reflexum.

Die kleine Schale ist eng genabelt, kreiselförmig. Sie besteht aus 6 Umgängen, von denen die beiden letzten, einander annähernd gleich, mehr als $^2/_3$ der ganzen Schnecke ausmachen. Anscheinend ist nur die letzte Windung mit Sculptur versehen; sie lässt unter der Lupe 6 durchlaufende, dichtgedrängte, erhabene Längsstreifen erkennen. Die stark abgeplattete Basis ist von einem dünnen, aber scharfen Kiele umgeben die eiförmige Mündung ist leicht gegen sie geneigt, ihre Ränder umgeschlagen und etwas verdickt.

Höhe $2^1/_2$ *mm*, Breite 6 *mm*.

Fundort: S. Marcello, Ronca (1 Exemplar), überall selten.

Die Type scheint mir zu der von Benson als *Craspedotropis* abgetrennten Gruppe des *Cycl. cuspidatum* Bens. zu gehören, welche jetzt auf Hinterindien beschränkt ist..

Cyathopoma eocaenum n. sp.

Taf. II, Fig. 16—16 *c*.

Testa turrito-trochiformis, rimata, ecarinata, nana; e 6 anfractibus composita quorum duo ultimi inter se fere aequales $^2/_3$ superant totius testae. Apertura obliquissima, peristoma expansum et reflexum. Superficies liris transversalibus caelatis praedita.

Diese kleine, niedliche, gethürmt kreiselförmige Schnecke, welche mir aus Altissimo und Pugniello vorliegt, besteht aus 6 mit erhabenen Spiralstreifen geschmückten Umgängen, an denen die beiden letzten mehr als $^2/_3$ der Gesammthöhe ausmachen. Die letzte Windung ist ungekielt, an der Mündung scharf nach abwärts gezogen; letztere ist eiförmig, ihre Ränder verdickt und umgeschlagen, der Innenrand lässt einen schmalen Nabelspalt frei.

Höhe 3 *mm*, Breie $1^1/_2$ *mm*.

Fundort: Pugniello, Altissimo.

Die Art scheint mir zu der von Blanford als *Cyathopoma* vereinigten indischen Gruppe des *Cyclost. decanense* Blanf. zu gehören.

Chondropoma Styx n. sp.

Taf. III, Fig. 2—2 *b*.

Testa truncata, obtecte perforata, oblongo-turrita, liris spiralibus caelatis sculpta; e 5 anfractibus fere aequalibus suturis profundis inter se distantibus composita. Apertura subverticalis, fere ovalis cum marginibus subduplicatis et leviter reflexis.

Diese interessante Form liegt leider bis jetzt nur in einem allerdings recht günstig erhaltenen Exemplare aus dem rothen Tuffe von Altissimo vor. Sie besteht aus 5 fast gleichen, am Wirbel stark abgestutzten Windungen, die mit erhabenen, dicht gedrängten Spiralstreifen besetzt und durch sehr tiefe Nähte von einander getrennt sind; die Anwachsstreifen treten wenig hervor, die Mündung ist fast vertical, eiförmig; ihre Ränder sind leicht verdoppelt und umgeschlagen, der Nabel scheint bedeckt zu sein.

Höhe 14 *mm*, Breite 6 *mm*.

Fundort: Altissimo.

Die Art scheint eine Zwischenform zwischen den recenten ausschliesslich auf Westindien beschränkten Gattungen *Tudora Gray* und *Chondropoma* Pfr. zu bilden, sich indessen in ihren grossen Merkmalen doch mehr der letzteren anzuschliessen. Für *Tudora* spricht die Sculptur, welche bei der fossilen Art aus einfachen Spiralrippen besteht und die bei der grossen Mehrzahl der recenten Chondropomen so stark entwickelten erhabenen Längsriefen vermissen lässt; auch ist die fossile Form wie viele *Tudora*-Arten bedeckt genabelt. Indessen spricht die thurmförmige Gestalt, derer Breite sich auf allen Windungen ziemlich gleich bleibt und nicht wie bei *Tudora* in den letzten Umgängen bauchig erweitert, die tief abgestutzte Spitze und die Form der Mündung doch mehr für einen Anschluss an *Chondropoma*, der ich die fossile Form auch trotz der Differenzen in der Sculptur angegliedert habe. Unter den rezenten Typen dieser Gattung dürfte sie in die Nähe der in der Speciesübersicht von Pfeiffer unter B *(Peristomate subduplicato)* zusammengefassten Arten zu stellen sein, von denen *Ch. Newcombrianum* Adams von A. Thomas und *Ch. crenulatum* Fer. bei genauerer an der Hand der Schnecken selbst durchgeführten Vergleichung grosse Ähnlichkeit zeigten.

Höhe 12 *mm*, Breite 7 *mm*.

Die Gattung *Chondropoma* ist auf Westindien beschränkt.

Sammlung der Universität Padua.

Die Art scheint der im Pariser und Londoner Becken weit verbreiteten *Cyclostoma mumia* Lam. sehr nahe zu stehen. Da auch diese anscheinend stets decollirt, so scheint auch ihre Zugehörigkeit zu *Chondropoma* weit wahrscheinlicher als die Beziehungen zu *Megalomastoma*, welche Sandberger für sie annimmt.

CARDIOSTOMA Sandb.

S. 243, Taf. XII, Fig. 8.

Von dieser eigenartigen Gattung liegt mir ausser mehreren Exemplaren des *Cardiostoma trochulus* (Taf. IV, Fig. 4—4 *b*), die vollständig die Diagnose Sandberger's bestätigen, noch eine weitere Form vor, deren Diagnose ich hiermit gebe.

Cardiostoma dentiferum n. sp.

Taf. IV, Fig. 5—5 *b*.

Testa perforata, trochiformis, apice acutiuscula. Anfractus 10, suturis impressis disjuncti, ultimus quartum aequat totius testae altitudinis. Apertura perobliqua, cordiformis, marginibus duplicibus incrassatis, columellaris una dente munitus. Testa costulis transversalibus praedita.

Das kreiselförmige Schälchen unterscheidet sich durch die Durchbohrung, die grössere Anzahl der Umgänge, die geringere Neigung der Mündung und das Vorhandensein eines Zahnes mit Leichtigkeit von der Type Sandberger's. Letzterer sitzt am Columellarrande und scheint die ausgezogene Spitze der herzförmigen Mündung leicht zu verengen; es ist dies ein Merkmal, welches an die Gruppe der ceylonesischen *Cataulus*-Arten erinnert, mit welchen auch der ganze Aufbau der Gehäuse grosse Ähnlichkeit zeigt; jedenfalls schliessen sie sich eher an diese als an die Diplomatinen an, die ganz anders aufgerollt sind und sich zudem durch die Grösse der letzten Windung, die Lage der Mündung und die für *Pulaina* wenigstens typische Linkswindung der Spirale scharf unterscheiden. Jedenfalls ist die Gattung durchaus eigenartig und wahrscheinlich als für das Eocän typisch zu betrachten.

Höhe 9 *mm*, Breite $3^1/_2$ *mm*.

Fundort für beide Arten: Schwarzer Tuff von Pugniello, selten.

MELANIADAE Gray.

Melanopsis vicentina n. sp.

Taf. IV, Fig. 1—1 *b*.

Testa tenuis, fusiformis, apice paululum corrosa, in medio non multum turgidula, e 6 anfractibus lente accrescentibus suturis profundis inter se disjunctis composita, quorum ultimus dimidium fere aequat totius longitudinis. Apertura longa, fissuriformis, acute canaliculata, callus tenuissimus.

Diese niedliche Schnecke erfüllt in grosser Menge der Individuen, aber meist recht ungünstiger Erhaltung, zusammen mit der folgenden Art und der *Planorbis Tressinensis mihi* bei Lovara di Tressino einen harten, grauen, aussen bräunlich abwitternden Mergel; auch bei Mussolon und in den obersten Flötzen des Monte Pulli wurde sie gefunden. Die Schale macht ungefähr den Eindruck eines Doppelkegels, dessen Spitzen durch die leicht corrodirte Spitze und den scharfen Ausschnitt an der Mündung gebildet sein würden, während die Basis ungefähr am Beginne des leicht convexen letzten Umganges zu suchen wäre. Sie besteht aus sechs Windungen, die durch tiefe Nähte getrennt sind und langsam an Breite zunehmen; die letzte ist nicht ganz so hoch als die Summe der vorhergehenden. Die Mündung ist lang, schlitzförmig, die Aussenlippe gerade und ohne Einschnitt, die Innenlippe trägt einen leichten Callus, die Schale mündet in einen kurzen, aber scharfen, leicht zur linken Seite des Thieres gewandten Canal. Von Sculptur ist an der Schale, deren Oberfläche stets in eine kreidenartige, leicht abbröckelnde Masse verwandelt ist, nichts zu erkennen. Die Art dürfte der über Kleinasien und Persien verbreiteten *Melanopsis variabilis* v. d. Busch nahe stehen.

Höhe 8—10 *mm*, Breite etwa 4 *mm*.

Fundort: Lovara di Tressino, Mussolon, Monte Pulli bei Valdagno.

Melanopsis amphora n. sp.

Taf. V, Fig. 2—2 *b*.

Testa truncata, apice corrosa, ovato-turrita, in medio amphorae modo inflata, e 5 vel 6 anfractibus composita quorum ultimus dimidium superat totius testae. Ceteri anfractibus fere aequales et plani; apertura oblonge-ovata, obtuse canaliculata, callo conferto circumdata.

Die Type unterscheidet sich von der vorhergehenden leicht durch ihre gedrungene, krugförmige Gestalt und bedeutendere Dimensionen. Sie besteht aus 5—6 Umgängen, von denen der letzte bauchig vorgewölbte etwas mehr als die Hälfte der Totalhöhe misst. Die Mündung ist länglich eiförmig und endigt in einen stumpfen, aber verhältnissmässig breiten Canal; ihr Columellarrand ist von dichtem Callus umgeben. Die Art scheint der *Melanopsis elongata Gassies* und *aurantiaca Gassies*, beide auf Neucaledonien beschränkt, verwandt zu sein.

Höhe 12—14 *mm*, Breite 6—7 *mm*.

Fundort: Lovara di Tressino, Monte Pulli, Mussolon, mit der vorhergehenden Art und der *Planorbis Tressinensis* vergesellschaftet.

Die beiden oben beschriebenen Melanopsiden sind wie alle Angehörigen dieser Sippe überaus variabel.

Es ist, wie wir sehen, eine ganz eigenartige Schneckenbevölkerung, welche zur Eocänperiode die Palmendickichte Oberitaliens und die felsigen Gehänge und Klippen des Mittelmeeres bewohnt. Neben den massigen, schwerfälligen Dentellarien und Caracolen Westindiens und den schlanken, zierlichen *Bulimulus*-Arten Südamerikas sitzen freilich vereint die grasgrünen Chloräen der Philippinen, die scheibenförmigen Discen und zarten, porcellanartigen Naninen des malaiischen und ostindischen Urwaldes; die winzigen kreiselförmigen Cyathopomen und Craspedotropen Südasiens sind gesellt zu den gethürmten abgestutzten Chondropomen der Antillen und den pupenartigen Gibbulinen der Mascarenen. Unzählige Clausilien bevölkern die Felsen der Küste; auch in diesem so festgeschlossenen Formenkreise finden sich in bunter Vermischung Formen, die heute durch Meere, Gebirge und Wüsten von einander getrennt; die schwerfälligen, pupidenähnlichen Oospiren Indiens neben den gethürmten Acrotomen des östlichen Europa. Selbst Formen, die heute auf zwei in beiden Halbkugeln der Erde vertheilten rings vom Meere eingeschlossene Inselgruppen sich beschränkt zeigen, die Craticula der Canaren und die Partula der Sandwichinseln, finden sich in unserer Periode nebeneinander auf italischem Boden vor und beweisen dadurch schlagend, dass die so oft, besonders bei der letzteren Form, ausgesprochene Hypothese von ihrer autochthonen Entstehung auf den jetzt von ihr behaupteten Wohnsitzen den Thatsachen nicht entspricht. Verfolger und Verfolgte, Räuber und Opfer, Nanina und Helix sind auf kleinen Raum zusammengedrängt, und auf den grossblättrigen Nymphaeen der flachen Seebecken tummeln sich indische Cornetus zusammen mit kleinasiatischen und neucaledonischen Melanopsiden.

Es ist diese Symbiose — das Wort im eigentlichen und primären Sinne genommen — dieses Zusammenleben von Formen, welche jetzt auf beide Halbkugeln der Erde vertheilt und durch tiefe Ozeane von einander getrennt sind, ein Phänomen, welches uns ebenso in den Eocänbildungen Oberitaliens wie in den gleichalterigen des Pariser Beckens und des Oberrheins entgegentritt, wie es bekanntlich auch schon bei der Erforschung der Säugethierfaunen Europa's und Amerika's entdeckt und erst letzthin in einer wichtigen Zusammenfassung Max Schlosser's [1] beleuchtet worden ist. Wenngleich, wie bei der starken Specialisirung und Anpassungsfähigkeit, die von jeher landbewohnenden Organismen, insbesondere aber den unbehilflichen und daher den Wirkungen des Kampfes ums Dasein besonders ausgesetzten Landschnecken, zu eigen gewesen zu sein scheint, nicht anders zu erwarten, keine Art beider Verbreitungsgebieten, den centraleuropäischen und

[1] Max Schlosser, Über die Beziehungen der ausgestorbenen Säugethierfaunen und ihr Verhältniss zur Säugethierfauna der Gegenwart. Biol. Centralblatt, Bd. VIII, 1888.

den mediterranen gemeinsam ist und nur in vereinzelten Fällen (*Clausilia sinuata* Mich. und *Claus. pugniellensis* mihi, *Pupa globosa* Desh. und *Pupa umbra mihi*, *Cycl. mumia* Lam. und *Cycl. Styx* mihi) nähere generische Verwandtschaftsbeziehungen angenommen werden dürfen, so bleibt doch der Grundzug der Faunen, die Vermischung indomalayischer und südamerikanischer Typen unter fast vollständigem Ausschlusse von äthiopischen Formen, in beiden Fällen gewahrt. Es wird sich dies am besten aus den Tabellen ergeben, welche die Verwandtschaftsbeziehungen in beiden Verbreitungsgebieten zu veranschaulichen bestimmt sind und bei denen ich Sorge getragen habe, alle kosmopolitischen, in ihren Beziehungen zweifelhaften oder ganz isolirt stehenden Formen zu eliminiren. Ich bemerke im voraus, dass ich die Zonen und Ausdrücke angenommen habe, welche in dem für die Thiergeographie grundlegenden Werke von Alfred Russel Wallace[1] aufgestellt worden sind. Es umfasst also die paläarktische Zone ganz Europa, Asien und Nordafrika bis zum 20. Grad nördl. Breite; die orientalische, Südasien, die Philippinen und Molukken; die australische die Inseln des stillen Oceans von Celebes bis zum Sandwicharchipel; die nearktische das ganze Nordamerika einschliesslich Grönlands bis zum Golf von Mexico; die neotropische Central- und Südamerika von Florida bis zum Cap Horn.

Land- und Süsswasserschnecken des Pariser Grobkalkes und seiner Äquivalente am Oberrhein

nach Sandberger und Andreae[2] zusammengestellt.

Fossile Form	Verglichene nächstverwandte recente Type	Verwandtschaftsbeziehungen
Melania lactea Lam.	*Mel. plumbea* Brot.	Austral. Region (Neu-Guinea)
Pirena Lamarkii Desh.	*Pir. atra* Brot.	Oriental. Reg. (Indo-Malai. Archip.)
Pirena dispar Desh.	„ *deshayesiana* Croix	Aethiop. Region (West-Afrika)
Nematura globulus Desh.	—	Oriental. „ (Süd-Asien)
Assiminea conica C. Prévost	*Ass. Francisci* Wood	„ „ (Bengalen)
Marinula Marceana Desh.	*Mar. Lovei* Cuise Lamotte	Austral. „ (Stiller Ocean)
Planorbis Paciacensis Desh.	*Plan. lugulbris* Wagn.	Neotrop. „ (Brasilien)
Megalomastoma mumia Lam.	*Meg. bifasciatum*	„ „ (Süd-Amerika)
Paludina Novigentiensis Desh.	*Pal. Eyriesi* Morel	Oriental. „ (Cambodja)
Paludina Orbignyana Desh.	„ *angularis* Müll.	„ „ (Süd-China)
Paludina Hammeri Defr.	„ *costulata* Quoy, Gaym.	„ „ (Süd-Asien)
Planorbis pseudammonius Schlot.	„ *Cumingianus* Dunk.	Neotrop. „ (Süd-Amerika)
Physa sp.	*Physa mediana*	„ „ (Peru)
Helix laxecostulata Sandb.	*Hel. Pyrozona* Phil.	Oriental. „ (Süd-China)
Nanina Voltzii Desh.	*Nan. mitiuscula* v. Marh.	„ „ (Amboina)
Pupa (Torquilla Fontenayi Rouis	*Torquilla* sp.	Palaearct. „ (Mittelmeerl.)
Succinea palliolum Rouis.	*Succ. rugosa* Pfr.	Oriental. „ (Pondichérry)
Glandina Cordieri Desh.	*Gland. rosea* Fér	Neotrop. „ (Cent.-Amerika)
„ *Naudoti* „	„ *coronata* Pfr.	„ „ (Mexico)
Oleacina teres Rouis	—	„ „ (Süd-Amerika)
Megalomastoma turgidulum Rouis	*Meg. apertum*	„ „ (Cuba)
Pomatias Sandbergeri Noulet	*Pom. auritus* Porro	Palaearct. „ (Mittelmeerl.)
Hydrobia Danendorfensis Andreae	*Hyd. Simsoniana* Bedion	Austral. „ (Tasmanien)
Oleacina Rhenana Andreae	*Oleacina* sp.	Neotrop. „ (Süd-Amerika)
Oleacina Deeckei Andreae	*Oleacina* sp.	„ „ „
Cionella formicina Rouis	*Cion. lubrica*	Palaearct. „ (Deutschland)
Azeka Boettgeri Andreae	*Azeca tridens*	„ „ „
Nanina occlusa F. Edw.	*Nan. Moussoni* Pfr.	Oriental. „ —

[1] Alfred Russell Wallace, Die geographische Verbreitung der Thiere. Autorisirte deutsche Ausgabe von A. B. Meyer. Dresden 1876.

[2] Andreae A., Ein Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. Abhandl. zur Geol. Specialkarte von Elsass-Lothringen. Strassburg 1884.

Land- und Süsswasserschnecken des Vicentiner Ronca-Complexes.

Fossile Form	Verglichene nächstverwandte recente Type	Verwandtschaftsbeziehungen
Helix (Dentellocaracollus) damnata Brog. . . .	*Dentellaria* sp. + *Caracollus* sp.	Neotrop. Region (West-Indien)
„ „ *amblytropis* Sandb. .	„ „	„ „ „
„ „ *hyperbolica* Sandb. .	„ „	„ „ „
„ „ *Antigone* Oppenh. .	„ „	„ „ „
„ *(Prothelidomus) acrochordon* Sandb. . .	*Hel. (Thelidomus) lima* Fér.	„ „ „
„ „ *vicentina* Oppenh. . . .	„ „ *auricoma* Fér . . .	„ „ „
„ *(Chloraea) Proserpina* Oppenh.	„ *(Chloraea) Hauleyi* Pfr.	Oriental. „ (Luzon)
„ *(Eurycratera) declivis* Sandb.	„ *(Eurycratera) crispata* Fér. . . .	Neotrop. „ (West-Indien)
Nanina Eurydice Oppenh.	*Nan. variolosa* Pfr.	Oriental. „ (?)
„ *Discus patellina* Oppenh.	„ *planorbis* Lesson	„ „ (Philippinen)
Bulimulus cocaenus Oppenh.	*Bul. scalariformis* Pfr.	Neotrop. „ (Peru)
„ *marcellanus* Oppenh.	„ „ Pfr.	„ „ „
„ *deperditus* Oppenh.	„ *Coquimbensis* Brod	„ „ (Chile)
Partula vicentina Oppenh.	*Part. gibba* Fér.	Austral. „ (Sandwichs Ins.)
Pupa (Gibbulina simplex Sandb.	*Gibbulina mauritiana* Mor.	Aethiop. „ (Mauritius)
„ *(Paracraticula) umbra* Oppenh.	*Craticula calathiscus* Lowe	Palaearct. „ (Canarien)
Clausilia (Disjunctaria) indifferens Sandb. .		
„ „ *oligogyra* Bttg. . . .	*Serralina* sp.	Palaearct. „ (Transkaukasien)
„ „ *exarata* Oppenh. . .		
„ *(Oospira) Pugniellensis* Oppenh. . .	*Cl. Philippiana* Bl. u. Verwandte . .	Oriental. „ (Ost-Indien)
„ *Acrotoma marcellana* Oppenh. . .	*Acrotoma* sp.	Palaearct. „ (W. Kaukasus)
„ *deperdita* Oppenh.	*Mentissa* sp. . . . . / *Euxina* sp.	„ „ (Krim, Kaukasus)
„ *(Phaedusa) inexpleta* Oppenh. . . .	*Phaedusa* Ad. sp.	Oriental. „ (Trop. Asien)
„ *(Euclausta) marina* Oppenh. . . .	*Cristataria* von Vest sp.	Palaearct. „ (Syrien)
„ *(Phaedusa) silenus* Oppenh. . . .	*Phaedusa* Ad. sp.	Oriental. „ (Trop. Asien)
„ *(Emarginaria) exsecrata* Oppenh. . .	*Mentissa* sp.	Palaearct. „ (Krim)
Planorbis Tresianensis Oppenh.	*Carinatus* sp.	Oriental. „ (Indien)
Cyclotus laevigatus Sandb.	*Cycl. translucidus* Low.	Neotrop. „ (Süd-Amerika)
„ *obtusicosta* Sandb.	„ „ „	„ „ „
Cyclotopsis vicentina Oppenh.	*Cyclot.* Bens sp.	Oriental. „ (Indien)
„ *exarata* Sandb.	„ „ „	„ „ „
Pomatias crassicosta Sandb.	*Pom. aspersum* Phil.	Palaearct. „ (Sicilien)
Coptochilus Sandbergeri Oppenh.	*Coptochilus* sp.	Oriental. „ (Indien)
„ *imbricatus* Sandb.	„ „	„ „ „
Cyclostoma (Colobostylus marcellanus Oppenh.	*Colob.* sp.	Neotrop. „ (West-Indien)
Craspedotropis resurrecta Oppenh.	*Cycl. cuspidatum* Beus.	Oriental. „ (Hinter-Indien)
Cyathopoma cocaenum Oppenh.	„ *decanense* Blanf.	Oriental. „ (Ost-Indien)
Chondropoma Styx Oppenh.	*Chon. Newcombianus* Ad.	Neotrop. „ (West-Indien)

Es ergibt sich daraus:

	Total	Oriental.	Neotrop.	Austral.	Palaearct.	Aethiop.
	Formen					
Im Pariser Becken	28	10	10	3	4	1
Im Vicentiner Becken	42	16	14	2	9	1

Wir sehen, es ist in beiden Fällen annähernd das gleiche Resultat; eine aus orientalischen und südamerikanischen Formen buntgemischte Fauna, bei welcher die ostindischen Elemente nur wenig die westindischen überflügeln, während eine ganz schwache Beimischung von australischen, afrikanischen und paläarktischen Typen stattfindet. Die paläarktischen Formen nehmen im Vicentiner Gebiete allerdings scheinbar dem Pariser Becken gegenüber einen ziemlichen Aufschwung; derselbe ist hauptsächlich zurückzuführen auf das starke Auftreten der

Gattung *Clausilia*, welche in Verbindung mit dem *Scalatus*-Formen (*Bulimulus cocaenus* und *marcellanus*) mit Entschiedenheit auf ein felsiges Terrain hinweisen. Die übrigen paläarktischen Typen bestehen aus Angehörigen der Sippen *Melanopsis* und *Pomatias* und beide sind auch im Pariser Becken vertreten, der sicherste Beweis, dass wir in ihnen Urbewohner unseres Continentes zu erblicken haben. Es lässt sich indessen nicht leugnen, dass trotzdem in Wirklichkeit die centraleuropäische Fauna gegenüber der Vicentiner einen entschieden nordischen Charakter trägt; nicht nur dass zwei specifisch nordische Sippen (*Cionella* und *Azeka*) in ihr vertreten sind, die dem italienischen Eocän noch zu fehlen scheinen; auch die ausgestorbenen Gattungen tragen im *Caryclıiopsis* einen entschieden mehr paläarktischen Charakter. Was die äthiopischen Formen nun anbelangt, so sind sie dazu nicht einmal charakteristisch für den afrikanischen Continent, die *Pirena dispar* Desh., also eine Süsswasserform, wird von Sandberger nur mit ausgesprochenem Zweifel in die Nähe der afrikanischen *Deshayesiana* Crosse gestellt, und bei dem Fehlen aller sonstigen afrikanischen Analogien wie bei der Verbreitung der Gattung *Pirena*, deren geographisches Centrum jetzt in Ostindien liegt, dürfte es wohl angebracht sein von ihr ganz zu abstrahiren. Ähnlich verhält es sich mit der auf Afrika hinweisenden *Gibbulina* aus dem Vicentiner Gebiete. Die recenten Verwandten dieser Type sind fast ausschliesslich auf die Maskarenen beschränkt und bekanntlich trägt die Fauna dieser Inselgruppen wie die Madagaskars einen so ausgesprochenen indischen Charakter, dass schon Wallace eine noch bis in geologisch späte Zeitläufte vorhandene Landverbindung zwischen ihnen und dem indischen Continente anzunehmen geneigt ist. Es ist eine der charakteristischen Erscheinungen, die sich aus der vergleichenden Betrachtung der fossilen Binnenschnecken ergeben, dass vom Untereocän, also von den Ablagerungen von Rilly an aufwärts die afrikanischen Elemente ganz zurücktreten, ja vom Grobkalk an überhaupt nicht mehr vorhanden sind. Bringt man damit in Beziehung das reiche Auftreten von südamerikanischen, atlantischen und orientalischen Formen, so begreift man leicht, dass schon aus faunistischen Rücksichten an eine directe Landverbindung zwischen Afrika und der Ostküste Südamerika's während der Tertiärperiode nicht gedacht werden kann, dass der von Heer, Forbes, Bourguignat und in früheren Zeiten auch von Neumayr angenommene grosse atlantische Continent der Tertiärzeit schon aus thiergeographischen Gesichtspunkten eine Unmöglichkeit ist; dass daher das centrale Afrika durch tiefe Wasserstrassen von den Mittelmeerländern, den atlantischen Inseln und Madagaskar schon in grauer Vorzeit abgeschlossen gewesen sein muss, und dass die Verbreitung der landbewohnenden Organismen von ihrem Entstehungscentrum aus durch polare Brücken erfolgte.

Denn wir stehen nunmehr vor der Frage: Wie haben wir uns das Auftreten von tropischen Formen in der Fauna des Mittelmeerbeckens und Centraleuropas zu erklären, was bedeutet es, wenn wir z. B. im Eocän des Vicentiner Beckens, wie sich Sandberger ausdrückt: „stark markirte Analogien mit Ostindien" entdecken? Es ist Sandberger unbestrittenes Verdienst, zum ersten Male durch die genau durchgeführte, bis in das minutiöseste Detail sich verlierende Specialuntersuchung fossiler Landschnecken auf diese vom thiergeographischen Gesichtspunkte aus hochwichtigen und für dieselben geradezu grundlegenden Fragen hingewiesen zu haben; es ist aber nicht minder zu bedauern, dass er sich jeder weiteren Stellungnahme und jeder Vertiefung der angeregten Probleme entzogen hat. Gewiss ist es hochinteressant, das von Heer, Saporta und Anderen aufgestellte und durch floristische Untersuchungen bewiesene Gesetz von der allmähligen Abnahme des europäischen Klimas von den Tropengluten des äquatorialen Indiens an bis zum erstarrenden Froste der Polargebiete hinab auch in der Gestaltung landbewohnender Organismen seine Bestätigung finden zu sehen; aber damit sind die angeregten Probleme denn doch bei Weitem noch nicht erschöpft! Wäre es nicht denkbar, ja eigentlich mit Nothwendigkeit a priori zu vermuthen, dass bei den ungeheueren Entfernungen, bei den tiefen Abgründen der Oceane und den öden Sperrgebieten der Wüsteneien, die Mitteleuropa von den äquatorialen Amerika und Asien trennen, die Eocän- und Miocänbevölkerung unseres Continentes ein gänzlich verschiedenes Bild von denjenigen der heutigen Tropen geboten hätte, dass wir in der jetzigen gemässigten Zone Formen aufgefunden hätten, für die uns in der Gegenwart selbst am Äquator jedes Analogon fehlte?

Wir sehen, die Frage, weshalb wir in der Tertiärperiode ostindische und südamerikanische Typen in unserer gemässigten Zone leben sehen, ist mit der Ähnlichkeit des Klimas und der durch sie bedingten

äusseren Existenzbedingungen keineswegs gelöst! Die einzig mögliche Beantwortung derselben ist die Annahme einer Blutsverwandtschaft zwischen den fossilen Formen Europas und den heute lebenden der tropischen Gebiete und damit die grossen Wanderungen jener Organismen in den uns zu Gebote stehenden ungeheueren Zeitläuften!

Man hat noch vor nicht allzuferner Zeit nicht nur unter den Anhängern alter religiöser Überlieferungen, sondern in der ernsten Naturforschung selbst in den tropischen Thälern Südasiens den Garten Eden gesucht, dem unsere heutige Thier- und Pflanzenwelt ihre Entstehung verdankt. In der Gegenwart ist man zu ganz entgegengesetzten, aber unstreitig besser begründeten und durch Thatsachen belegten Hypothesen für den Ursprung des organischen Lebens, insbesondere der Landbevölkerung gelangt; man verlegt ihn an den Nordpol und setzt eine Besiedelung der Erdkruste von Norden nach Süden voraus, die mit der fortschreitenden Abkühlung derselben gleichen Schritt hielt. Es ist dies unstreitig eine Annahme, die den physikalischen Grundgesetzen des Kosmos, welche Maximum und Minimum der Erdwärme auf Äquator und Pole vertheilen, am meisten gerecht wird; aber sie lässt sich auch durch biologische Thatsachen beweisen. Haake [1] hat das Verdienst, zuerst darauf hingewiesen zu haben, dass die alten, embryonalen Vogel- und Säugetiertypen, soweit sie noch erhalten, in der Jetztzeit die Südspitzen der Landmassen, Südamerika, Südafrika, Madagaskar, Australien und Neuseeland, bewohnen, wo sie von der nördlichen Einwanderung immer weiter zurückgedrängt, ihr Asyl gefunden haben — eine Thatsache, die übrigens auch dem Scharfblicke Wallace's nicht entgangen war. Schlosser hat in seinem schon erwähnten Aufsatze auf Grund dieser Hypothese zwei Entstehungscentren für Säugethiere angenommen, ein centraleuropäisches und ein nordamerikanisches und die Wechselwirkungen zwischen ihnen, den Austausch ihrer Producte in den verschiedenen Phasen des Tertiärs anschaulich geschildert. Es war dies eine Aufgabe, die bei den ungeheueren Vorarbeiten, welche in den letzten Decennien sowohl von amerikanischer Seite durch Leidy, Cope und Marsh, als von europäischer durch Gervais, Rutimeyer, Kowalewski, Schlosser und Andere vorlagen, wohl durchzuführen war und durchgeführt wurde. In der Kenntniss der fossilen Binnenschnecken hat man nicht gleichen Schritt gehalten und wenn auch das europäische Material durch Sandberger, A. Braun, Boettger und Andere erschlossen wurde, so fehlen dennoch noch beinahe alle Untersuchungen von amerikanischer Seite; die einzige Arbeit, die hier in Betracht käme, ist White's Non marine fossil Mollusca of North Amerika Geol. Survey 1881. Doch ist hier das Material sehr dürftig und die wichtigsten Fragen fast gar nicht berührt; die Zuweisung der Landschnecken zu den einzelnen Unterabtheilungen zudem fast stets von einem wohl berechtigten Fragezeichen begleitet; interessant für unsere Untersuchungen ist hier nur das Auftreten der Gattung *Melanopsis* in der Laramie-Gruppe und das Vorkommen von den Rilly-Formen nachstehenden Columnen im Untereocän. Man darf daher allerdings wohl annehmen, dass in der Tertiärperiode so reich in Europa vertretene Sippen wie die Dentellarien, Caracolen, Thelidomen, Clausilien, Pomatien und viele andere auch hier ihren Ursprung gehabt haben, aber man ist dabei nie vor Irrthümern geschützt. So möchte man z. B. mit Bestimmtheit folgern, dass die Gattung *Melanopsis*, die heute im Mittelmeerbecken überall verbreitet ist, wunderbarerweise aber auch in Neucaledonien ihre Vertreter hat, in Centraleuropa, wo sie schon im Eocän verbreitet ist, ihre Entstehung genommen hätte; aber die in den letzten Jahren gemachten Funde beweisen, dass dieselbe in Protisteocän (Laramie-Gruppe, *Melanopsis americana* White), auch in Nordamerika verbreitet war, so dass man bei der Annahme ihres Schöpfungscentrums unter diesen beiden grossen Gebieten die Auswahl zu treffen haben würde.

Wie dem aber auch sei, in jedem Falle steht fest, dass wir bei der Erklärung des Zusammenhanges zwischen fossilen und recenten Faunen auch unter den Binnenschnecken zu grossen Wanderungen unsere Zuflucht zu nehmen haben, und da bleibt uns zuerst die Frage zu erörtern, auf welchem Wege und auf welche Weise diese wohl stattgefunden haben werden. Wallace und Darwin sind zuerst diesem Gegenstande näher getreten und haben die ihnen räthselhaft erscheinende geographische Verbreitung der Landmollusken durch Verschleppung mittelst des Treibholzes zu erklären versucht. Zu diesem Zwecke hat Darwin experimentirt

[1] Biol. Centralblatt, Bd. VI, S. 363.

und gefunden, dass Landschnecken im Stande seien, unter besonders günstigen Verhältnissen 14 Tage lang den Aufenthalt im Meerwasser zu ertragen. Nun ist ja die Zählebigkeit dieser Mollusken bekannt und jeder Sammler weiss wohl für sie Belege zu erbringen; indessen darf man sich doch wohl selbst einem Darwin gegenüber die Bemerkung gestatten, ob es wirklich denkbar ist, dass Schnecken den Wogenprall des offenen Meeres — und dieses müsste wenigstens, um die Vermischung europäischer und amerikanischer Typen auf diesem Wege zu erklären, von ihnen durchmessen worden zu sein — auszuhalten im Stande wären, ob nicht der Unterschied zwischen den Verhältnissen der kleinen Bucht, in welcher die Beobachtungen gemacht wurden, und denen des grossen Oceans ein so gewaltiger wäre, dass die daraus gezogenen Folgerungen hierfür nicht Stich hielten. Zudem ist der Zufall — und an diesen allein wird von den beiden grossen Engländern hierbei appellirt — gewiss keine naturwissenschaftliche Erklärung, am allerwenigsten aber Thatsachen gegenüber, deren Gesetzmässigkeit wir schon jetzt bei unserer beschränkten Kenntnis zu ahnen im Stande sind! Ich glaube also, dass die Erklärung Darwin's hier nicht ausreicht, und daher in der grossen Mehrzahl der Fälle verworfen werden muss, wenngleich nicht geleugnet werden soll, dass durch derartige Vorgänge Verschleppungen hervorgerufen wurden, die indessen wohl nur in einigen ausnahmsweise günstigen Fällen zu wirklichen faunistischen Resultaten Veranlassung boten. Wie wir es also auch ansehen mögen, die Wanderungen der Landmollusken weisen auf einen Landzusammenhang hin, und darin liegt der Werth ihrer Erklärung für die Geologie!

Von Wanderungen können hier aber active und passive in Frage kommen; active durch die langsame aber stetige Verbreitung der Art vom Entstehungscentrum nach allen Richtungen des ihr zu Gebote stehenden Areals; passive durch Regengüsse und Orkane, welche die junge Brut weithin mit sich fortführten und so in einem Schlage den Verbreitungsbezirk der Species wesentlich erweiterten, endlich durch Vögel, die zufällig an ihnen befindlichen Exemplare auf ihren Wanderungszügen mitschleppten; doch kommt die letztere Hypothese hier nicht in Betracht, weil sie wie diejenigen Darwin's dem Zufall freien Raum lässt, und dieser keine Erklärung bietet für gesetzmässige Erscheinungen.

Es scheint, dass die active Bewegungsfähigkeit der Landschnecken gemeinhin bei der Besprechung ihrer Verbreitungsart unterschätzt worden ist. Man spricht von ihrer sprichwörtlichen Langsamkeit, von der Unbehilflichkeit ihrer Embryonen; zugegeben, doch vergisst man dabei, welche ungeheuere Zeiträume uns zu Gebote stehen! Die ersten, bisher bekannten Formen dieser Gruppe stammen aus dem Carbon Nordamerikas; es sind dies Typen, welche sich den recenten Gattungen *Pupa* und *Zonites* ausserordentlich nähern, also bereits hochorganisierte Organismen, die jedenfalls eine unendliche Reihe von Vorläufern besessen haben müssen. Aus dem Silur Schwedens ist im letzten Jahrzehnte ein Scorpion und Insectenreste bekannt geworden; es liegt keine Veranlassung vor, nicht anzunehmen, dass mit ihnen zusammen bereits Landschnecken vorkamen, wenngleich sie auch bisher noch nicht aufgefunden worden sind; im Gegentheil möchte die *Pupa* und der *Zonites* aus dem amerikanischen Carbon unbedingt für diese Hypothese sprechen. Wir müssen also folgern, dass die Gruppe, mit welcher wir uns beschäftigen, bis in das graue Alterthum der Erdgeschichte zurückreicht und in diesen gewaltigen Zeiträumen können, wie die Entstehung unserer Sedimentärgebilde beweist, stetig wirksame, wenn auch unendlich kleine Factoren hochbedeutende Producte zeitigen, also auch auf unseren Fall angewandt, die Schnecke den Erdball umkreisen!

Wie hoch man indessen auch die activen Wanderungen unserer Thiergruppe anschlagen mag, zweifellos gebührt den oben näher geschilderten Transportmitteln ein bedeutenderes Verdienst an den überraschenden Thatsachen ihrer geographischen Verbreitung. Um die grossartige Wirkung der Wolkenbrüche, Überschwemmungen und Orkane der Vorzeit ganz zu würdigen, muss man sich die Thatsache ins Gedächtniss zurückrufen, dass die überwiegende Mehrzahl der grossen Gebirge der Erdkruste ihre Entstehung erst in ganz junger Zeit genommen haben. Wir haben also grosse, durch keinen Höhenzug unterbrochene Ebenen, gewaltige Steppen zu unserer Verfügung, und da begreift sich leicht, wie ein einziger Wolkenbruch im Stande war, Organismen meilenweit fortzuführen. So wurde ein Flussthal nach dem andern schnell bevölkert und die niedrigen Wasserscheiden, ja selbst die höheren, jetzt erloschenen Gebirge, welche diese von einander trennten, waren

kein wahres Hindernis für den Expansionsdrang der Arten, die so schliesslich zu Verbreitungsbezirken gelangen mussten, wie sie in der Jetztzeit unerhört sein würden. Es ist z. B. anzunehmen, und nur durch diese Annahme wird die jetzige Verbreitung der Sippe erklärlich, — dass die heute über ein so ungeheueres Areal, über ganz Asien bis zur Südspitze und über ganz Central- und Südeuropa verbreitete, trotz ihrer starken Differenzierung so abgeschlossene Gruppe der Clausilien auf diesem Wege von einem Schöpfungscentrum aus ihre Entstehung genommen hat; nur so erklärt sich die auffallende Vertheilung der Gattung *Melanopsis*, die für die ganzen Mittelmeerländer bis nach Persien hinein einen charakteristischen Typus bildet, um dann in Centralasien zu erlöschen und an zwei „sehr entlegenen und vollkommen isolirten Punkten", wie sich der Bearbeiter der Sippe in Küsters Conchilienkabinet, Dr. A. Brot, ausdrückt, in Neucaledonien und Neuseeland wieder aufzutauchen; nur so endlich vermögen wir die Entstehung des Kosmopolitismus bei verschiedenen Helicidengruppen, bei *Patula*, *Succinea*, *Hyalina*, *Vitrina*, annähernd zu begreifen.

Es ist nun sehr merkwürdig, aber durchaus im Einklange zu unseren Anschauungen, wenn nach Marten's[1] gerade die im höheren Norden noch vertretenen Gruppen innerhalb der Heliciden Kosmopoliten sind. Zweifellos sind dies Alles uralte Sippen, die hier am nördlichen Erdpol in grauer Vorzeit ihre Entstehung genommen und ihre Individualität im Laufe der Erdperioden so gestärkt haben, dass sie dieselbe auch nach ihren Wanderungen allen veränderten Existenzbedingungen zum Trotze aufrecht zu erhalten im Stande waren. Wenn wir nun aber an dieser Enstehungshypothese, die auch für die landbewohnenden Schnecken, wie für die auf die feste Erdkruste angewiesenen Wirbelthiere ihren Ursprung in die Polarregion verlegt, festhalten, so kommen wir naturgemäss zuder Frage, wie wir uns nun die Besiedelung der grossen Continentalmassen von den als wahrscheinlich anzunehmenden zwei Mittelpunkten, dem asiato-europäischen und dem nordamerikanischen aus vorstellen.

Wir haben noch in der Jetztzeit im nördlichen Eismeere zwei Punkte, in denen die Continente nahe an einander stossen, die Behringstrasse und die Grönländer Gewässer, an denen mit Leichtigkeit selbst bei dem gegenwärtigen Stand der Dinge, sobald wir von dem in der Vorzeit gewiss nicht vorhandenem Eise abstrahiren, die Landbevölkerung herüberverfrachtet werden konnte; wir haben aber berechtigten Grund anzunehmen, dass auch hier wie überall auf der Erde die Vertheilung von Wasser und Land nicht ständig die gleiche blieb und dass vorübergehende Landbrücken geschlagen und wieder abgebrochen wurden. Hauptsächlich wird allerdings die thierische Bevölkerung über Asien an der Behringstrasse gewechselt worden sein! Dafür sprechen die Beobachtungen Neumayr's, der in seinen „Congerien und Paludinenschichten Westslavoniens" mit überzeugender Bestimmtheit die allmählige Umformung osteuropäischer Typen in specifisch amerikanische mit Durchgang durch die asiatischen Formen nachzuweisen im Stande war, dafür bürgen auch die Untersuchungen Gray's und Oliver's, die in ihren phytopaläontologischen Arbeiten zum Resultate gelangten, dass die Flora des europäischen Miocaens sich nach Osten bewegt habe und theils in Japan und China geblieben, theils über die Landbrücke an den Aleuten in Nordamerika eingewandert sei. Indessen wird wohl auch ein directer Austausch zwischen Amerika und Europa im nördlichen Eismeer angenommen werden dürfen, den wir bis jetzt bei unserer beschränkten Kenntniss der fossilen Formen nur behaupten, den wir aber durch genauere Studien vorzüglich der tertiären Landschneckenfauna Amerikas wohl mit Beweisen zu belegen in den Stand gesetzt sein dürften. Ein drittes Verbreitungscentrum dürfte das Mittelmeergebiet gebildet haben, in welchem drei Welttheile zusammenstossen und welches im Laufe der verschiedenen Perioden zumal des Tertiärs, wie wir mit Bestimmtheit zu folgern Veranlassung haben, eine ganze Reihe von Landbrücken gezeitigt hat. Insbesondere dürfte der Landweg durch Klein- und Centralasien nach dem äquatorialen Indien schon in früheren Perioden als Karawanenstrasse für den Transport der Organismen gedient haben; darauf scheint meiner Überzeugung nach wenigstens die jetzige, sonst räthselhafte Verbreitung der Clausilien und Melanopsiden hinzuweisen!

Wir sehen, wir bedürfen bei diesen Anschauungen der Heer-Bourgnignat'schen Hypothese von der untergegangenen tertiären Atlantis nicht mehr, einer Theorie, die ebenso grossartige als unannehmbare Katastrophen

[1] Albers, Die Heliceen etc. Herausgegeben von E. v. Martens. Vorrede.

voraussetzt, die aber ausserdem die thiergeographischen Probleme nur verwickelt, statt sie zu erklären! Wir haben schon oben darauf hingewiesen, dass im Tertiär Europas vom Mitteleocän an jede Spur von äthiopischen Einflüssen aus der Landschneckenbevölkerung verschwindet, dass wir dagegen neben zahlreichen südameri kanischen auch eine grosse Anzahl von specifischen Typen der atlantischen Inselgruppe, der Canaren, Azoren und Madeiras antreffen. Wenn man die Sandberger'sche Beschreibung darauf hin durchblättert, so findet man schon im Oberoligocän von Cordes *Helix Raulini* Noulet und *Corduensis* Noulet, beide Vertreter der atlantischen *Leptaxis* und *Plebecula*, im Untermiocän des Mainzer Beckens *Helix densipapillata* Sandberger eine echte *Hemicycla*, *Helix Ramondi* das Leitfossil der ganzen Bildung eine echte *Plebecula*, *Pupa Cylindrella* eine typische *Charadrobia*, *Craspedopoma utriculorum* Sandb. ein echtes *Craspedopoma*; noch im Crag von England, also im Mittelpliocän finden wir *Helix Rysa* S. Wood, die nach Sandberger's Ansicht unbedingt in die rein atlantische Gruppe *Janulus* Lowe gehört, die übrigens schon im Miocän vertreten ist. Aus diesen wenigen hier angeführten Beispielen, die man leicht um das Doppelte vermehren könnte, ersehen wir, dass die charakteristische Schneckenfauna der atlantischen Inseln im Tertiär Europa's eine wichtige Rolle spielt. Wir können daher v. Martens nicht beipflichten, wenn er auf Seite 11 seiner Einleitung zu Albers Heliceen sich, wie folgt ausspricht: „Die atlantischen Inseln (Azoren, Canaren, Madeiragruppe, Capverden) zeichnen sich durch eine Reihe eigenthümlicher Gruppen aus; so durch *Leptaxis* und *Janulus* alle zusammen, durch *Hemicycla* die canarischen allein, durch *Ochtephila* nebst *Actinella* und *Tectula* die Madeiragruppe und gar Portosanto allein durch *Plebecula*; dazu kommen noch mehrere *Pupa*-Gruppen, so dass diese Inseln mit zu den reichsten an Eigenthümlichkeiten gehören und wie ein geistreicher Naturforscher bemerkt, ihre Schneckenfauna allein genügt, um die Annahme eines früheren grossen Landzusammenhanges, dessen Reste sie wären, zu widerlegen." Der citirte Naturforscher ist im Unrecht; gerade die Landschnecken der atlantischen Inseln, welche die versprengten Reste der alten Tertiärbevölkerung des grossen europäischen Continentes darstellen, die, um der drohenden Kälte und den ungünstigen physikalischen Bedingungen zu entgehen, sich bis an die Südspitze des damaligen Landareals zurückgezogen und sich in der dortigen Abgeschlossenheit stark specialisirt und an Individuen wie an Arten bereichert haben, sprechen mit Bestimmtheit dafür, dass die isolirte Lage der atlantischen Insel erst eines der letzten Blätter der Erdgeschichte darstellt. Die tectonischen Verhältnisse des Appennins haben Eduard Suess[1] zu der Hypothese gedrängt, dass in der Tertiärperiode die hesperische Halbinsel sich weit nach Westen erstreckte und wahrscheinlich das ganze tyrrhenische Meer überbrückte, eine Annahme, die dann von Forsyth Major[2] durch die genaue und skrupulöse Untersuchung der lebenden Faune und Flora der tyrrhenischen Inseln ihre Bestätigung gefunden hat. dass die Meerenge von Gibraltar, welche Spanien und West-Marocco trennt, ganz jungen Datums, geht aus stratigraphischen und zumal aus faunistischen Gründen mit Sicherheit hervor. Wir haben also in Italien, der Tyrrhenis, Spanien und West-Marocco den grossen südeuropaischen Continent, dessen südliche Spitze die atlantischen Inseln noch in geologisch junger Zeit bildeten. Und wenn wir nun in den recenten Landschneckenbevölkerungen dieser Gebiete, wie dies Kobelt nachgewiesen, selbst auf dem so weit nach Süden gerückten Capverden jede Spur von echt afrikanischen Typen *(Achatina, Ennea* u. A.) vermissen, dagegen in zahlreichen Parmacellen, Leucochroen, Xerophilen und Gonostomen die deutlichsten Analogien mit Marocco und Süd-Spanien *(Tarifa, Algarve)* erkennen müssen; wenn wir weiter in der Tertiärfauna Europas dasselbe Phänomen, die vollständige Abwesenheit äthiopischer Formen in der bunten Mischung von südeuropäischen, atlantischen und südamerikanischen Typen entdecken, so scheint mir das ein zwingender Beweis für die Isolirung des äquatorialen Afrika schon während der Tertiärperiode von den atlantischen Inseln und Südeuropa zu sein, und die Existenz des Atlantis, welche ja Westafrika mittelst der Canaren und Capverden mit Brasilien verbinden sollte, in das Reich der Fabel zu verweisen!

[1] Eduard Suess, Über den Bau der italienischen Halbinsel. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch. Bd. LXI. Wien 1872.

[2] Forsyth Major, Die Tyrrhenis. Kosmos, VII. Jahrg., Bd. XIV.

Die Thatsache, dass die interessante und so charakteristische Landschneckenbevölkerung der atlantischen Inseln nichts ist als der Überrest der alten europäischen Tertiärfauna, ist wie für die Geologie so auch für die Entscheidung der letzten Fragen der Descendenztheorie von hohem Interesse. Man hat, um derartige eigenthümliche Verbreitungserscheinungen zu erklären, vielfach zu der Theorie von Schöpfungscentren gegriffen, und so hat z. B. Watson ein solches für Madeira auf Grund seiner specifischen Landschneckenfamilien angenommen. Schon Wallace warnt vor derartigen Versuchen und weist darauf hin, dass wir keine Veranlassung haben, den Entstehungsmittelpunkt der Gattungen dorthin zu verlegen, wo sie am artenreichsten, also am meisten specialisirt und zersplittert auftreten. Doch sind diese und ähnliche Warnungsrufe meist ungehört und unbeachtet verhallt und die meisten Zoologen huldigen auch jetzt noch dieser im ersten Augenblicke allerdings sehr einleuchtenden Theorie. Es darf heute mit aller Bestimmtheit behauptet werden, dass in der Frage der Schöpfungscentren nur der paläontologischen Forschung, die, ideal genommen, die Art vom ersten Entstehen bis zum Erlöschen zu verfolgen im Stande ist, die Entscheidung zusteht, und hierin ist diese den Hauptwert und das Hauptziel ihrer Bestrebungen wohl zu erblicken berechtigt. Es liegen gerade in der Thiergruppe, die uns hier beschäftigt, eine Reihe von Erscheinungen vor, welche zur äussersten Vorsicht bei der Aufstellung der Entstehungsmittelpunkte auffordern. Die anscheinend typisch amerikanische Gruppe der Glandinen lebt während der Tertiärperiode in grosser Artenfülle in Europa; die specifisch afrikanische Gruppe der Columnen entwickelt mehrere Sprossen im untersten europäischen und nordamerikanischen Eocän. Noch wunderlicher liegen die Verhältnisse für die kleinen Inselgruppen, die man so gern als Schöpfungscentren hinstellt; eine Reihe von Pupengruppen der Südseeinseln als *Pupa didymodus* A. Braun, *Pupa Trigonostoma* A. Braun und ähnliche finden sich im Miocän des Mainzer Beckens und die für den Sandwich-, Samoa- und Mariannenarchipel so typische Gattung *Partula* wurde im Eocän von Vicenza nachgewiesen. Keiner der Folgerungen, mit welchen Forsyth Major seinen hochwichtigen Aufsatz „Die Tyrrhenis" schliesst, vermag ich mich mehr anzuschliessen, als derjenigen, dass überhaupt „die geographische Isolirung weit mehr conservativ als productiv auf die organischen Formen wirkt". Kleine Inselgruppen beherbergen meist lebende Fossilien, die manchmal in überraschender Artenfülle dort ihr Dasein weiter spinnen, welches sie auf anderer Stelle der Erdkruste längst verwirkt. Solche „lebende Fossilien" waren der *Didus ineptus* von Bourbon, die Riesenmoas Neuseelands, sind Monotremen und Beutelthiere Neuhollands, wie der Hirsch und das Wildschwein Sardiniens; die gleiche Stellung beanspruchen aber auch, wie wir gesehen haben, die Landschnecken der atlantischen Inseln und die des Südseearchipels, wie der *Clypeaster aegyptiacus* und die anderen Fossilien, die Vittorio Simonelli aus der quartären Breccie von Pianosa beschreibt!

Die Landschneckenfauna des heutigen Europa ist also, wie die der Säugethiere und vielleicht in noch verstärktem Massstabe das Product und der Überrest der verflossenen Tertiärperiode. Wenn wir uns dies vor Augen halten, werden uns auch gewisse geographische Anomalien, die wir beobachten, verständlicher werden! Die Gattung *Lioncia* unter den Cyclostomiden, deren nächste Verwandte *Tudora* und *Choudropoma* die Antillen bewohnen und die heute in Spanien unter allen den Mittelmeerformen eine ganz isolirte Stellung einnimmt; die beiden *Cyclostoma*-Arten, die Südeuropa bevölkern und deren eine sogar bis Süddeutschland vordringt, während ihre nächsten Verwandten unter den Tropen zu suchen; die *Glandina algira*, welche auf das Mittelmeerbecken angewiesen ist, wo doch die Geltung sonst als specifisch amerikanisch angesehen werden muss; die *Stenogyra decollata* und der *Cylindrus obtusatus* — sie alle sind Überreste der Tertiärperiode wo sie in den Palmendickichten und Magnolienhainen zugleich mit ihren tropischen und amerikanischen Verwandten lebten. Insbesondere dürfen wir in den für das Mittelmeerbecken so charakteristischen *Melanopsis*- und *Pomatias*-Arten altehrwürdige Insassen unseres Continentes erkennen, Zeugen einer Zeit, in welcher das alte Europa in der verschwenderischen Pracht und Fülle seiner Erzeugnisse wohl mit den Tropen zu wetteifern im Stande war!

Zum Schlusse dieser Betrachtungen sei eine Tabelle hinzugefügt, welche ich auf Grund des Sandberger'schen Quellenwerkes entworfen habe, und welche die Vertheilung der geographischen Typen in den verschiedenen Phasen des europäischen Tertiärs näher durch Zahlen zu veranschaulichen bestimmt ist. Die tech-

nischen Ausdrücke bleiben hier die gleichen, wie auf den oben aufgeführten Zusammenstellungen; nur habe ich hier die orientalische und australische Zone, die sich in ihrer Schneckenbevölkerung nicht durchgreifend unterscheiden, zu vereinigen versucht; ausserdem wurden die atlantischen Formen unter den paläarktischen gesondert aufgeführt.

Es enthalten also:

	Afrik.	Neotrop	Indoaustr.	Palaearct.	Nearct.
Der untereocäne Kalk von Rilly	7	4	11	3	—
Der mitteleocäne Grobkalk und seine Äquivalente am Oberrhein .	1	7	11	2	—
Der mitteleocäne Roncacomplex	1	14	16	9	—
Der obereocäne Calcaire de St. Ouen und die Headon Series in England	—	—	-	-	—
Der unteroligocäne Palaeotherienkalk von Wight und Südfrankreich	—	2	11	6	1
Der oberoligocäne Kalk von Südfrankreich	—	3	3	1 + 2 atl.	—
Die untermiocänen Schichten mit *Helix Ramondi* im Mainzer Becken		10	11	19 + 11 atl.	3
Die obermiocäne Süsswassermolasse	—	11	3	34 + 5 atl.	7
Die unterpliocänen Congerienschichten Südosteuropas	—	—	1	10	5
Der mittelpliocäne Mergel des südöstlichen Frankreichs	—	—	1	24 + 2 atl.	9

Es veranschaulicht diese tendenzfreie Zusammenstellung, in welcher ich mich bemüht habe, die bestudirten Tertiärgebiete des mittleren Europa zu vereinigen, wohl einleuchtend genug eine Reihe von zum Theil schon oben berührten Thatsachen. Einmal das Verschwinden der äthiopischen Formen vom Mitteleocän an, dann das starke Auftreten atlantischer Typen, welche im Oberoligocän beginnen, um im Mittelpliocän, also verhältnissmässig recht spät auszusterben. Endlich das Erscheinen der amerikanischen Formen!

Die nearktischen Arten treten im Unteroligocän zum ersten Male auf und erreichen erst im Mittelpliocän, nachdem sie bis dahin constant zugenommen, das Maximum ihrer europäischen Verbreitung. Ebenso treten die acht südamerikanischen Typen im Untereocän noch stark hinter den indo-australischen zurück, schwellen dann stetig an, um dieselben im Obermiocän, wo sie das Vierfache an Zahl erreichen, vollkommen zu überflügeln. Es scheint also der Austausch zwischen der östlichen und westlichen Hemisphäre bis in die jüngste Tertiärzeit ein sehr reger und anhaltender gewesen zu sein; wer dabei aber vorzugsweise der Geber und wer der Empfänger war, lässt sich, wie schon oben bemerkt, augenblicklich nicht mit Sicherheit feststellen, und wird wohl nur von Fall zu Fall zu entscheiden sein. Doch scheint bei der Unbehilflichkeit der uns hier beschäftigenden Thiergruppe eine doppelte Wanderung von Continent zu Continent, wie wir sie bei der Annahme amerikanischer Schöpfungscentren für die im europäischen Tertiär verbreiteten neotropischen und nearktischen Typen stellenweise aufzustellen gezwungen wären, nicht so einleuchtend zu sein, wie wir dieselbe für eine Reihe von Säugethieren — ich erinnere hier nur an einen Theil der Perissodactylen, Nager u. a. — wohl zu folgern berechtigt sind. Es scheint also aus der grossen Verbreitung amerikanischer Formen im europäischen Tertiär wohl geschlossen werden zu dürfen, dass ein grosser Theil der für die westliche Hemisphäre heute charakteristischsten Typen, der Caracollen, Dentellarien, Thelidomien, Glandinen, Chondropomen in der alten Welt entstanden und erst in geologisch junger Zeit in die neue ausgewandert ist. — Was die indo-australischen Formen endlich anlangt, so haben sie in Europa bereits im Untermiocän ihr Maximum erreicht, und scheinen dann ziemlich schnell hier zu verschwinden und hinter den paläarktischen, nearktischen und neotropischen Typen zurückzutreten.

Keine Thiergruppe dürfte, wie auch Leukart 1886 auf der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden betonte, so wichtige Anhaltspunkte und Hilfsmittel gewähren für die Erforschung thiergeographischer Fragen, als gerade die der Mollusken. Es ist daher im Interesse einer mehr auf Naturerkenntniss als auf Naturbeschreibung gerichteten Thätigkeit aufrichtig zu beklagen, dass diese Gesichtspunkte im Allgemeinen in der

Paläontologie so ungebührlich in den Hintergrund getreten, ja stellenweise hinter den stratigraphischen und systematischen Bestrebungen gar nicht zur Geltung gelangt sind. So weit mir bekannt, existirt noch nicht einmal eine nach thiergeographischen Gesichtspunkten geordnete Tabelle der Mollusken-Fauna des Pariser Beckens; an eine genauere Vergleichung desselben mit den so stark vernachlässigten reichen Ablagerungen des Vicentiner Eocäns unter genauerer Berücksichtigung der erwähnten Momente war daher bisher natürlich nicht zu denken.

Die so hochinteressante Binnenfauna des südfranzösischen Garumnien ist von Mathéron, dessen unablässigen Bemühungen wir ja die genauere stratigraphische Parallelisirung und Gliederung des Horizontes verdanken, nur dürftig bearbeitet worden, und auch Sandberger's in seinem grossen Werke veröffentlichte Nachträge lassen gerade hierin viel zu wünschen übrig; auch der nun schon seit einer Reihe von Jahren angekündigten Bearbeitung des reichen Materials der Dalmatiner *Stomatopsis*-Schichten, deren Erscheinen jetzt, wie ich höre, wohl erwartet werden darf, hat die Wissenschaft alle Veranlassung, mit Spannung entgegenzublicken. — Wenn es mir gelungen sein sollte, in dieser Skizze die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf ein im Allgemeinen ziemlich brach liegendes Feld unseres Wirkens hinzuweisen, wäre der Zweck meiner Arbeit erreicht!

Tafelerklärung.

TAFEL I.

Fig. 1 *a*. *Helix (Dentellocaracollus) damnata* Al. Brogn. von vorn gesehen.
„ 1 *b*. „ „ „ „ „ unten „
„ 1 *c*. „ „ „ „ „ hinten „
„ 1 *d*. „ „ „ „ (*coriacea* Sandb.); von unten gesehen. Umgeschlagener Columellarrand mit zahnartiger Verbreiterung.
„ 1 *e*. „ „ „ „ Schalensculptur, vergrössert; bei den Individuen aus Pugniello (*H. coriacea* Sandb.) stets sehr deutlich, bei den meist abgeriebenen und gerollten Exemplaren von Ronca meist nur am letzten Umgange wahrnehmbar.
„ 1 *f*. *Helix (Dentellaria) formosa* Fér. (recent, Westindien), Mündung.
„ 2 *a*. *Helix (Dentellocaracolus) amblytropis* Sandb. von vorn.
„ 2 *b*. „ „ „ „ „ hinten.
„ 2 *c*. „ „ „ „ „ unten.
„ 3 *a*. *Helix (Prothelidomus) acrochordon* Sandb. (pro *H. radula* Sandb. emend. Oppenh.) gekielte Varietät, von vorn.
„ 3 *b*. „ „ „ „ stumpfere Varietät, von hinten.
„ 3 *c*. „ „ „ „ „ „ von unten.
„ 3 *d*. „ „ „ „ Sculptur vergrössert, der *Helix (Thelidomus) lima* Fér. aus Westindien sehr ähnlich.
„ 4 *a*. *Helix (Eurycratera) declivis* Sandb. von vorn.
„ 4 *b*. „ „ „ „ „ hinten.
„ 5 *a*. *Helix (Prothelidomus) vicentina* n. sp. von vorn.
„ 5 *b*. „ „ „ „ „ hinten.
„ 5 *c*. „ „ „ „ „ unten.
„ 6 *a*. *Helix (Dentellocaracolus) hyperbolica* Sandb. von vorn, gedrungene Varietät.
„ 6 *b*. „ „ „ „ „ hinten, „ „
„ 6 *c*. „ „ „ „ „ vorn, gestrecktere „
„ 7 *a*. *Helix (Dentellocaracolus) Antigone* n. sp. von vorn.
„ 7 *b*. „ „ „ „ „ hinten.
„ 7 *c*. „ „ „ „ „ unten.
„ 8 *a*. *Helix (Chlorea) Proserpina* n. sp. von vorn.
„ 8 *b*. „ „ „ „ „ hinten.
„ 8 *c*. „ „ „ „ „ unten.
„ 8 *d*. „ „ „ „ „ hinten, grösseres Exemplar
„ 8 *e*. *Helix (Corasia) tricolor* Pfr. (Recent, Salomonsinseln.)
„ 9 *a*. *Gibbulina simplex* Sandb. von vorn, natürliche Grösse.
„ 9 *b*. „ „ „ „ hinten, „ „
„ 9 *c*. „ „ „ „ vorn, vergrössert.
„ 9 *d*. „ „ „ „ unten „
„ 9 *e*. „ *Mauritiana* Mor. (recent, Mauritius), natürl. Grösse.

Sämmtliche Originalexemplare befinden sich jetzt in der Wiener Universitätssammlung.

TAFEL II.

Fig. 1. *Bulimulus eocaenus* n. sp. von vorn.
„ 1 *a*. „ „ „ „ hinten.
„ 2. „ „ „ Jugendstadien.
„ 3. „ „ „ Jugendstadien.
„ 4. „ „ „ Jugendstadien.

Fig. 5. *Bulimulus marcellanus* n. sp. von vorne.
„ 5 *a*. „ „ „ „ hinten.
„ 6. *Coptochilus imbricatus* Sandb. von vorn.
„ 6 *a*. „ „ „ „ hinten.
„ 7. } „ „ „ } Jugendstadien.
„ 8. }
„ 9. *Coptochilus Sandbergeri* n. sp. von vorn.
„ 9 *a*. „ „ „ „ hinten.
„ 10. *Partula vicentina* n. sp. von vorn.
„ 10 *a*. „ „ „ „ hinten.
„ 10 *b*. „ „ „ „ unten.
„ 11. *Partula gibba* Fér. (recent, Marianen) von vorn.
„ 11 *a*. „ „ „ „ „ „ unten.
„ 12. *Nanina? (Omphaloptyx) petra* n. sp. von vorn, natürl. Grösse.
„ 12 *a*. „ „ „ „ „ hinten, „ „
„ 12 *b*. „ „ „ „ stark vergrössert mit innerlicher Falte am Collumellarrande.
„ 13. *Helix Patula resurrecta* n. sp., natürl. Grösse.
„ 13 *a*. „ „ „ „ von hinten, stark vergrössert.
„ 13 *b*. „ „ „ „ „ unten, „ „
„ 14. *Craspedotropis resurrecta* n. sp. natürl. Grösse.
„ 14 *a*. „ „ „ von vorn, stark vergrössert.
„ 14 *b*. „ „ „ „ hinten, „ „
„ 14 *c*. „ „ „ „ unten, „ „
„ 15. *Pomatias crassicosta* Sandb. von vorn, natürl. Grösse.
„ 15 *a*. „ „ „ „ vorn, vergrössert.
„ 15 *b*. „ „ „ „ hinten, „
„ 16. *Cyathopoma eocaenum* n. sp. natürl. Grösse.
„ 16 *a*. „ „ „ von vorn, stark vergrössert.
„ 16 *b*. „ „ „ „ hinten, „ „
„ 16 *c*. „ „ „ „ unten, „ „
„ 17. *Nanina (Discus) patellina* n. sp. von oben.
„ 17 *a*. „ „ „ „ „ unten.
„ 17 *b*. „ „ „ „ „ vorn.
„ 18. *Planorbis (Cornetus) Tressinensis* n. sp. von oben, natürl. Grösse.
„ 18 *a*. „ „ „ „ „ oben, stark vergrössert.
„ 18 *b*. „ „ „ „ „ unten, „ „
„ 18 *c*. „ „ „ „ „ vorn, „ „

Sämmtliche Originalexemplare befinden sich jetzt in der Wiener Universitätssammlung.

TAFEL III.

Fig. 1. *Helix (Dentellocaracolus) damnata* Al. Brogn. *(coriacea* Sandb.). Aus dem schwarzen Tuffe von Pugniello.
„ 2. *Chondropoma Styx* n. sp. Exemplar in natürl. Grösse, von vorn gesehen.
„ 2 *a*. „ „ „ „ „ „ „ „ hinten „
„ 2 *b*. „ „ „ „ vergrössert, von vorn gesehen.
„ 3. *Cyclotus laevigatus* Sandb. von vorn, natürl. Grösse.
„ 3 *a*. „ „ „ „ hinten „ „
„ 3 *b*. „ „ „ „ unten „ „
„ 3 *c*. „ „ „ „ vorn, mit Deckel in der Mündung, vergrössert.
„ 4. *Cyclotoma (Colobostylus) marcellanum* n. sp., von vorn, natürl. Grösse.
„ 4 *a*. „ „ „ „ „ vorn, vergrössert.
„ 4 *b*. „ „ „ „ „ hinten, „
„ 4 *c*. „ „ „ „ „ unten, „
„ 5. *Cyclotopsis vicentina* n. sp. von vorn, natürl. Grösse.
„ 5 *a*. „ „ „ „ hinten „ „
„ 5 *b*. „ „ „ „ unten „ „
„ 5 *c*. „ „ „ vergrössert, mit Deckel in der Mündung.
„ 5 *d*. „ „ „ Jugendstadium.
„ 5 *e*. „ „ „ Deckel (Aussenseite).
„ 5 *f*. „ „ „ „ (Innenseite)
„ 5 *g*. „ „ „ „ von der Seite.

Fig. 6. *Cyclotus obtusicosta* Sandb. von vorn, natürl. Grösse.
„ 6 *a*. „ „ „ „ vorn, vergrössert.
„ 6 *b*. „ „ „ „ hinten „
„ 6 *c*. „ „ „ „ unten „
„ 6 *d*. „ „ „ Deckel (Aussenseite).
„ 6 *e*. „ „ „ „ (Innenseite).
„ 6 *f*. „ „ „ „ von der Seite.
„ 7. *Cyclotus (Cyclotopsis?) exaratus* Sandb. von vorn, natürl. Grösse.
„ 7 *a*. „ „ „ „ „ vorn, vergrössert.
„ 7 *b*. „ „ „ „ „ hinten, „
„ 7 *c*. „ „ „ „ Deckel (Innenseite), vergrössert.
„ 7 *d*. „ „ „ „ „ (Aussenseite), „
„ 7 *e*. „ „ „ „ „ (von der Seite gesehen) vergrössert.
„ 8. *Nanina Eurydice* n. sp. Junges Exemplar, von oben, natürl. Grösse.
„ 8 *a*. „ „ „ „ „ „ der Seite, „ „
„ 8 *b*. „ „ „ „ „ „ unten, vergrössert.
„ 9. „ „ „ Erwachsenes Exemplar, von oben.
„ 10. *Pupa (Paracraticula) umbra* n. sp. natürl. Grösse.
„ 10 *a*. „ „ „ „ von vorn, vergrössert.
„ 10 *b*. „ „ „ „ „ hinten, „
„ 11. *Bulimulus (Plectostylos) deperditus* n. sp. von vorn, natürl. Grösse.
„ 11 *a*. „ „ „ „ „ hinten, „ „

Sämmtliche Originalexemplare mit Ausnahme des auf Fig. 2 dargestellten befinden sich jetzt in der Universitätssammlung zu Wien.

TAFEL IV.

Fig. 1. *Melanopsis vicentina* n. sp. natürl. Grösse.
„ 1 *a*. „ „ „ von vorn, vergrössert.
„ 1 *b*. „ „ „ „ hinten, „
„ 2. *Melanopsis amphora* n. sp. natürl. Grösse.
„ 2 *a*. „ „ „ von vorn.
„ 2 *b*. „ „ „ „ hinten.
„ 3. *Melanopsis aurantiaca* Gass. Lebend in Neu-Caledonien.
„ 4. *Cardiostoma trochulus* Sandb. natürl. Grösse.
„ 4 *a*. „ „ „ von vorn, vergrössert.
„ 4 *b*. „ „ „ „ hinten, „
„ 4 *c*. „ „ „ „ unten, „
„ 5. *Cardiostoma dentiferum* n. sp. natürl. Grösse.
„ 5 *a*. „ „ „ von vorn, vergrössert.
„ 5 *b*. „ „ „ „ hinten, „
„ 5 *c*. „ „ „ „ unten, „
„ 6. *Clausilia (Oospira) Pugniellensis* n. sp. natürl. Grösse.
„ 6 *a*. „ „ „ „ von vorn, vergrössert.
„ 6 *b*. „ „ „ „ (Steinkern), „
„ 7. „ „ „ „ (Spitze), natürl. Grösse.
„ 7 *a*. „ „ „ „ „ vergrössert.
„ 8. *Clausilia deperdita* n. sp. Bruchstück, natürl. Grösse.
„ 8 *a*. „ „ „ „ vergrössert.
„ 9. *Clausilia (Disjunctaria) exarata* n. sp. von vorn, natürl. Grösse.
„ 9 *a*. „ „ „ „ „ „ vergrössert.
„ 9 *b*. „ „ „ „ (Steinkern), „

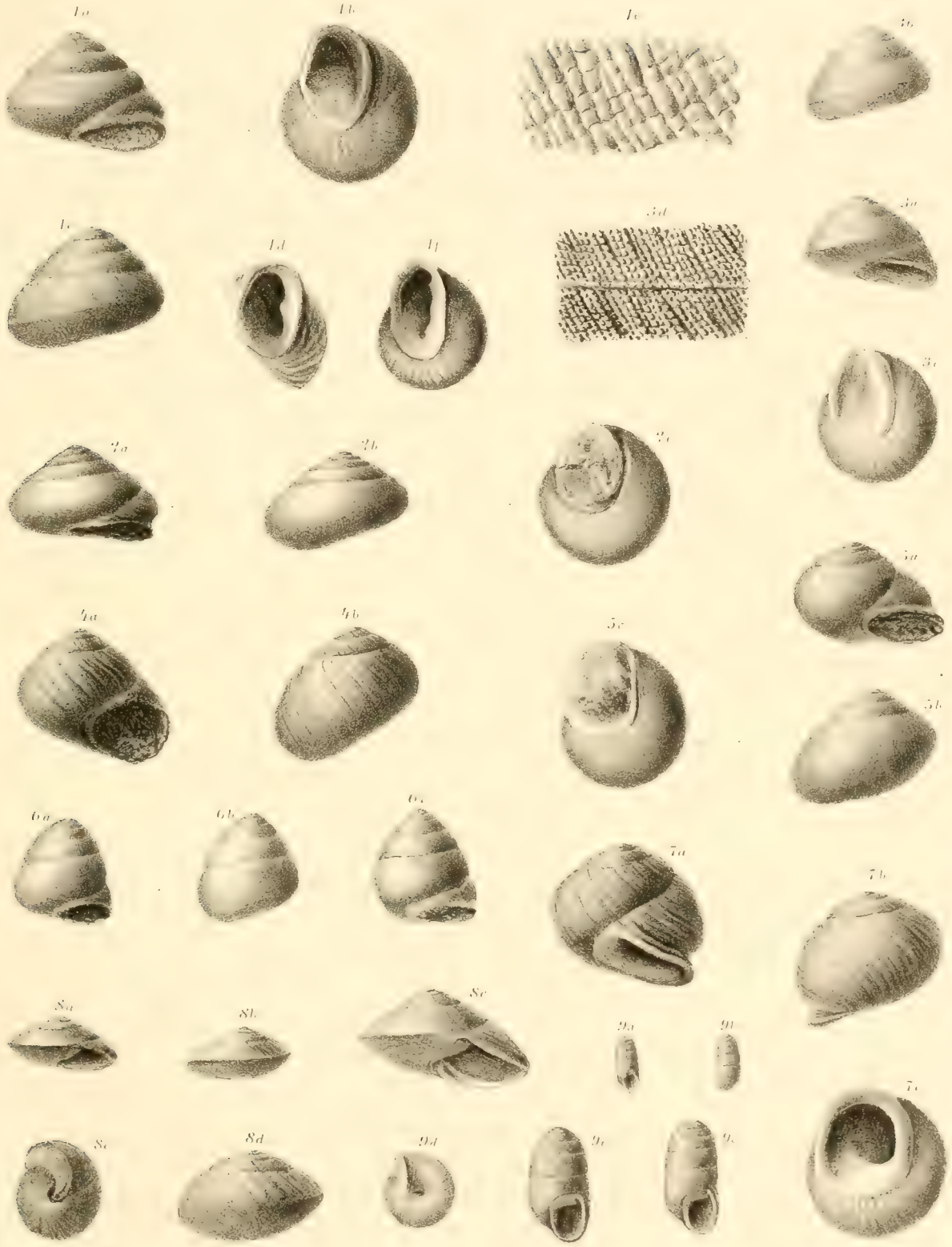
Sämmliche Originalexemplare befinden sich jetzt in der Wiener Universitätssammlung.

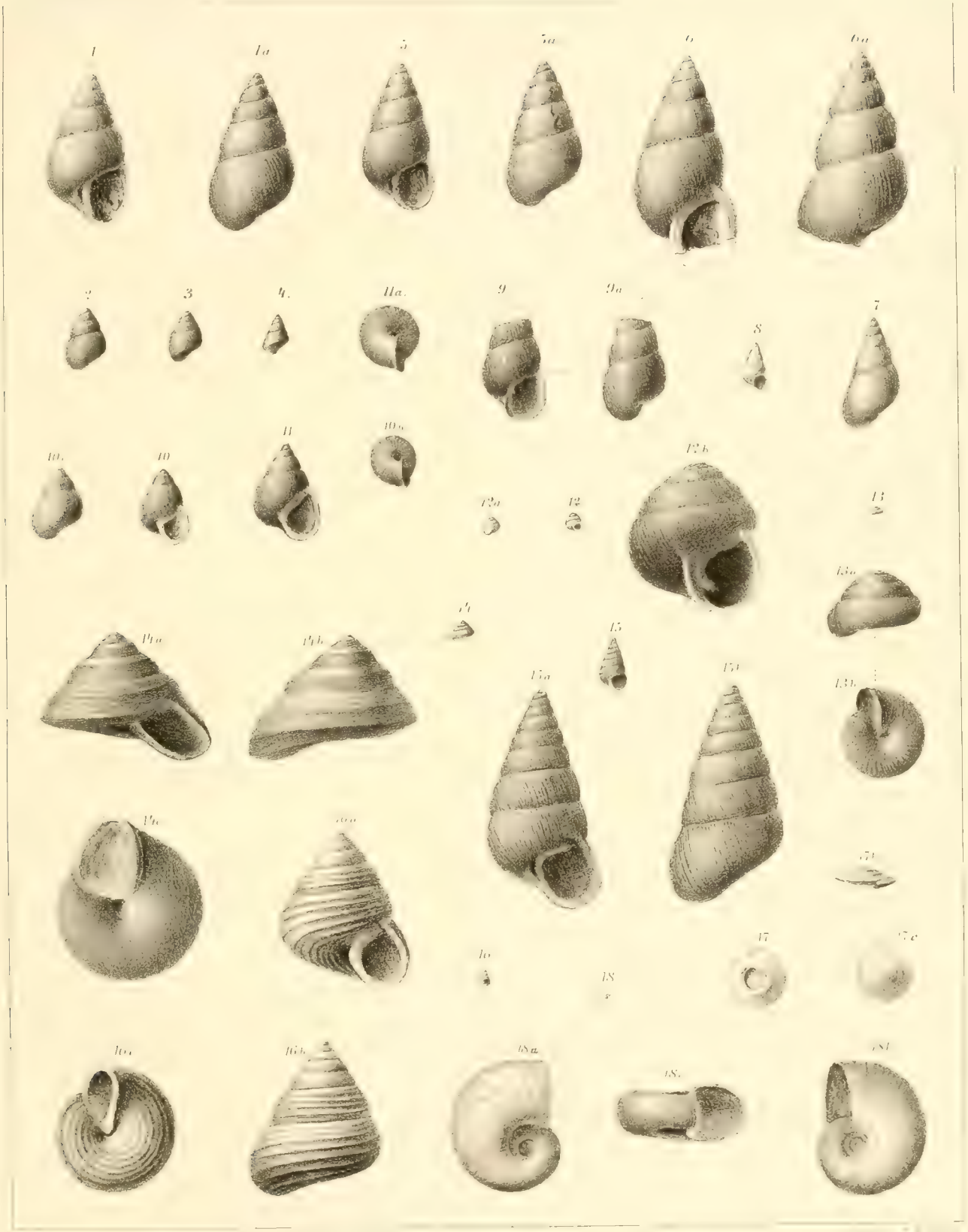
TAFEL V.

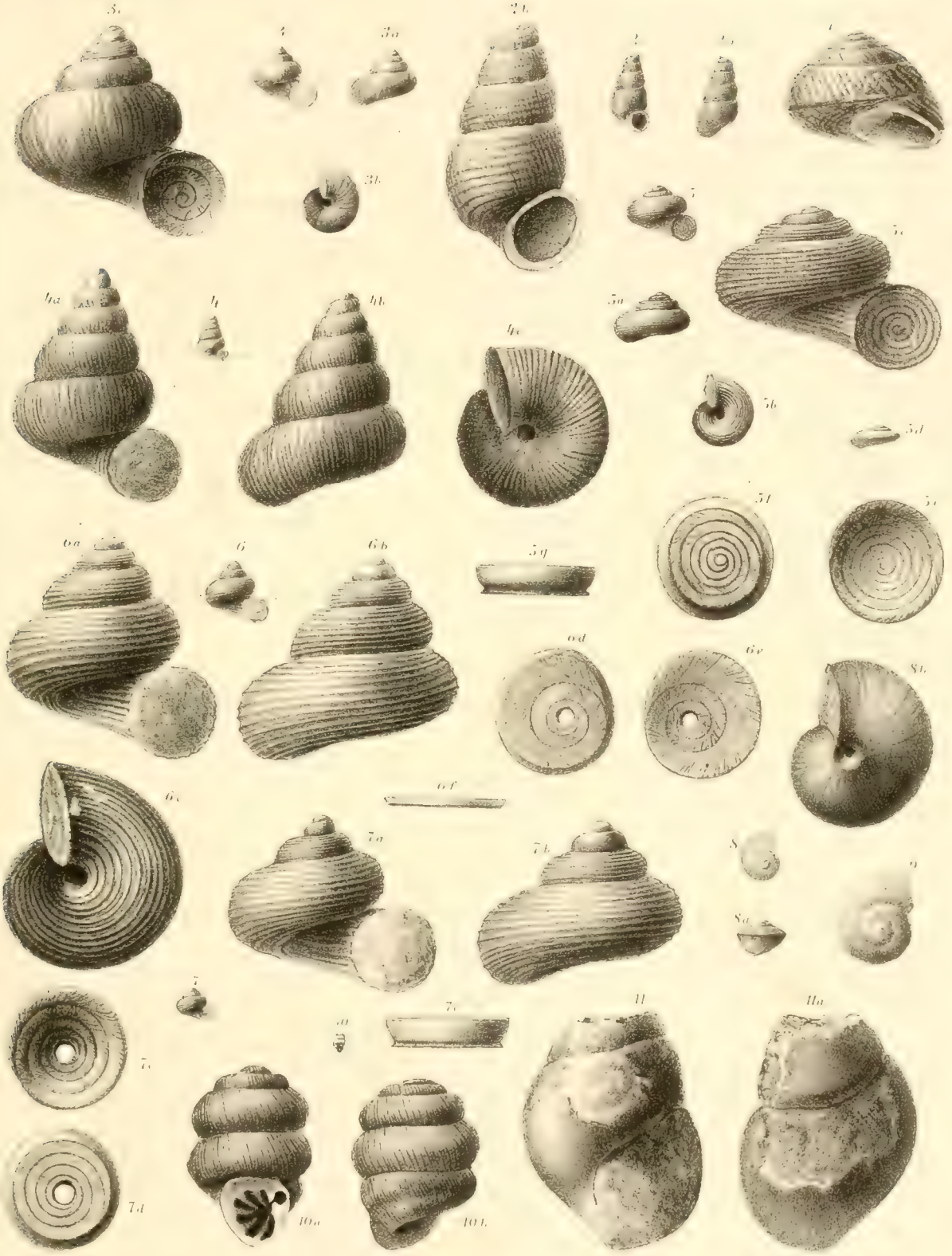
Fig. 1. *Clausilia (Phaedusa) inexpleta* n. sp. Steinkern, natürl. Grösse.
„ 1 *a*. „ „ „ „ „ vergrössert.
„ 2. *Clausilia (Phaedusa) Silenus* n. sp. Steinkern, natürl. Grösse.
„ 2 *a*. „ „ „ „ „ vergrössert.

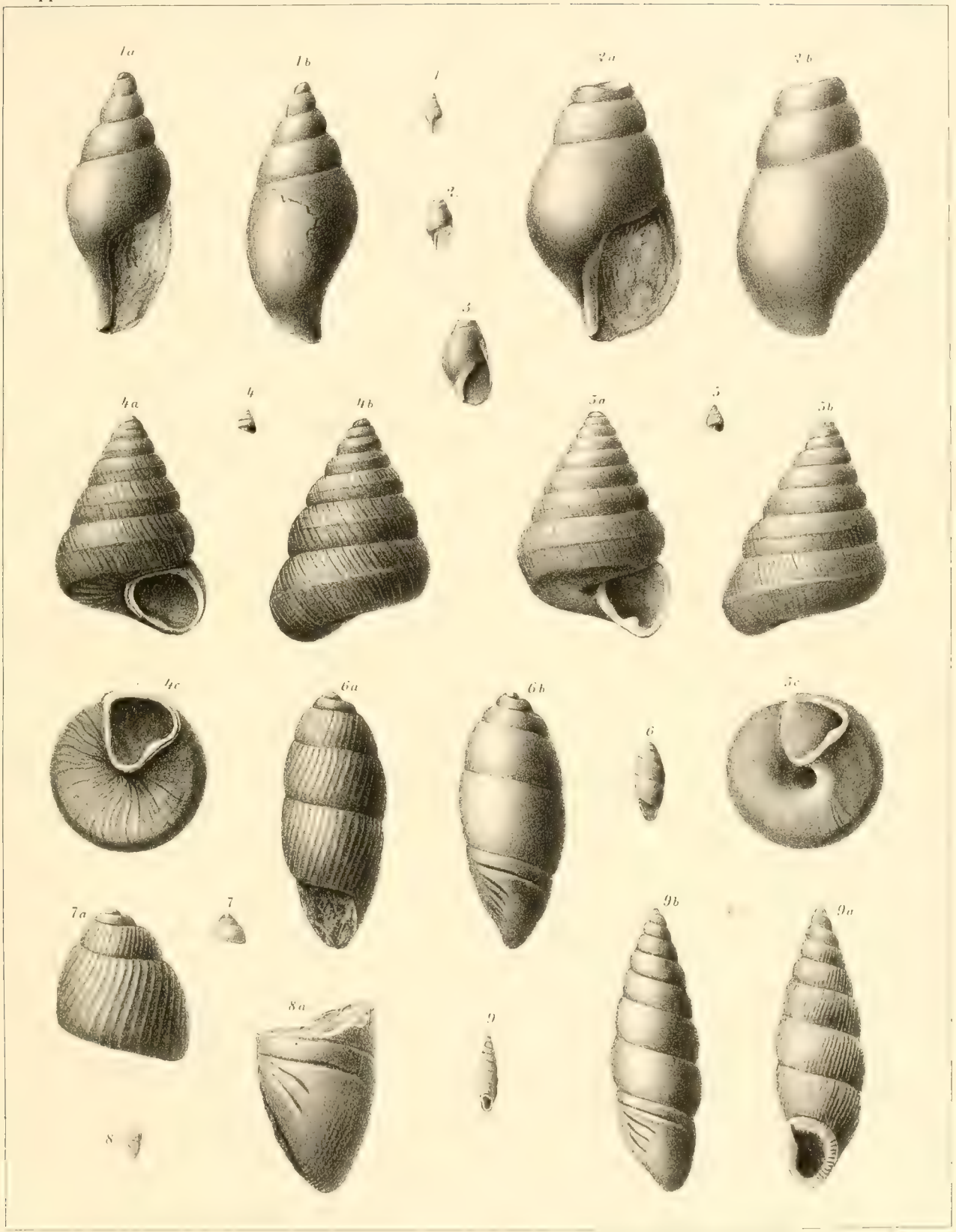
Fig. 3. *Clausilia* sp., natürl. Grösse.
„ 3 *a*. „ „ vergrössert.
„ 4. *Clausilia (Phaedusa) Silenus* n. sp. Schalenfragment mit Sculptur, natürl. Grösse.
„ 4 *a*. „ „ „ „ „ „ „ vergrössert.
„ 5. *Clausilia (Emarginaria) exsecrata* n. sp. natürl. Grösse.
„ 5 *a*. „ „ „ „ von vorn, Clausilium an der Schale angeklebt, vergrössert.
„ 5 *b*. „ „ „ „ „ der Seite, mit durchschimmernden Falten, „
„ 5 *c*. „ „ „ „ „ hinten, „ „ „ „
„ 5 *d*. „ „ „ „ Clausilium, vergrössert.
„ 6. *Clausilia (Acrotoma) marcellana* n. sp. Steinkern, natürl. Grösse.
„ 6 *a*. „ „ „ „ „ von vorn, vergrössert.
„ 6 *b*. „ „ „ „ „ „ hinten, „
„ 7. *Clausilia (Disjunctaria) indifferens* Sandb.) natürl. Grösse.
„ 7 *a*. „ „ „ „ von vorn., vergrössert.
„ 7 *b*. „ „ „ „ „ hinten, „ mit durchschimmernden Falten.
„ 7 *c*. „ „ „ „ „ unten, „
„ 8. *Clausilia (Euclausta) Nerinaea* n. sp. natürl. Grösse.
„ 8 *a*. „ „ „ „ von hinten, vergrössert.
„ 8 *b*. „ „ „ „ „ der Seite, „
„ 8 *c*. „ „ „ „ Steinkern „

Sämmtliche Originalexemplare befinden sich jetzt in der Universitätssammlung in Wien.


1a
1b
1c
1e
1d
1f
2a
2b
2c
3a
3b
3c
3d
4a
4b
5a
5b
5c
6a
6b
6c
7a
7b
7c
8a
8b
8c
8d
8e
9a
9b
9c
9d
9e




3.
3a
3b
2b
2
2a
1
4
4a
4b
4c
5
5a
5b
5d
5f
5e
5g
6a
6
6b
6d
6e
6f
8b
8
8a
9
6c
7a
7b
7
7c
10
7e
7d
10a
10b
11
11a


1a
1b
1
2a
2b
2
3
4a
4
4b
5a
5
5b
4c
6a
6b
6
5c
7a
7
8a
9
9b
9a
8

1a
1
2a
2
4a
4
3
3a
5
5d
6
5c
5b
5a
6a
6b
7
7c
8
8b
8a
7a
7b
8c

THEORIE DER DERIVATIONEN.

VON

ANTON KRUG.

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. OCTOBER 1889.)

Einleitung.

Der Gedanke, die Differentialquotienten und vielfachen Integrale einer gegebenen Function $f(z)$ als Specialfälle eines allgemeineren Ausdruckes $F(z, n)$, der von zwei Variablen z und n abhängt, aufzufassen, ist sehr alt, doch ist Liouville der erste, der diesen Gedanken weiter verfolgte und eine diesbezügliche Theorie ausbildete. Seit dieser Zeit haben sich viele Mathematiker mit diesem Gegenstande beschäftigt, und es ist die Literatur beträchtlich angewachsen. Wenn ich mich nun in der vorliegenden Abhandlung mit derselben Frage befasse, ohne mich auf irgend einen der Vorgänger zu beziehen, sondern vielmehr wieder von vorne beginne, die Theorie aufzubauen, so geschieht es, weil nach meiner Ansicht mit den bisherigen Ausführungen noch nicht das gesagt ist, was zu sagen ist, und wenn ich meiner Arbeit in dieser Beziehung einen Fortschritt vindicire, so ist es betreffs der Definition der Derivation (wie der Ausdruck $F(z, n)$ nach Herrn Grünwald benannt ist) und der functionentheoretischen Grundlage der Entwicklungen.

Einen Gedanken Riemann's benützend, gehe ich davon aus, der Derivation $D^n f(z) = F(z, n)$ die beiden Fundamentalforderungen aufzuerlegen

$$\frac{\partial}{\partial z} F(z, n) = F(z, n+1)$$

$$F(z, -\nu) = \int_a^z (\nu) f(z) dz^\nu \qquad \nu \text{ ganz und positiv}$$

(dass dann $F(z, +\nu)$ Differentialquotienten werden, ist ohne Weiteres klar); dann zeigt sich, dass hiedurch die Derivation noch nicht bestimmt ist, dass man also noch eine Forderung stellen kann. Für diese neue Forderung wählte ich die Relation

$$D^m D^n f(z) = D^{m+n} f(z)$$

als dritte Fundamentaleigenschaft, und dann ist die Derivation $F(z, n)$ vollkommen bestimmt und ich konnte sie durch das verallgemeinerte Cauchy'sche Integral ausdrücken. Ganz von selbst stellten sich die Bedingung

der Derivirbarkeit der Function $f(z)$, sowie der Begriff des Intervalls, und endlich die Bedingung ein, unter der die dritte Fundamentaleigenschaft besteht.

Die Einfachheit und Natürlichkeit dieses Gedankenganges wird man nicht verkennen; es fragt sich jetzt nur, ist die auf diesem Wege gefundene Derivation auch identisch mit der bisher behandelten? Diese Frage ist zu bejahen; das zeigt die Darstellung

$$\overset{z}{D}_{a}^{n+\nu} f(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \frac{\partial^\nu}{\partial z^\nu} \int_a^z \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}, \qquad \begin{matrix} \text{real } n<0 \\ \nu \text{ ganz und positiv} \end{matrix}$$

die sich im Wesentlichen überall findet (bei Liouville ist $a=\infty$, bei H. Grünwald und den Übrigen ist a endlich, während Buchwaldt beide Fälle zulässt).

I.

Definition der Derivation mit endlicher unterer Grenze.

1.

Wir bilden von einer vorgelegten Function $f(z)$ der complexen Variabelen z successive die Differentialquotienten und vielfachen Integrale, dann haben wir die beiden Reihen

$$f(z),\quad f'(z),\quad f''(z),\ \ldots \qquad f^{(\nu)}(z)\ \ldots$$
$$\int_a^z f(z)\,dz,\ \int_a^z\!\!\int f(z)\,dz^2,\ \ldots\ \int_a^z\!\!\cdots\!\!\int f(z)\,dz^\nu\ \ldots,$$

deren Glieder wir folgeweise mit

$$\begin{matrix} F(z,0),\ F(z,1), & F(z,2)\ \ldots & F(z,\nu)\ \ldots \\ F(z,-1), & F(z,-2)\ \ldots & F(z,-\nu)\ \ldots \end{matrix} \qquad 1)$$

bezeichnen wollen. Dabei soll die untere Grenze a der vielfachen Integrale endlich und sonst beliebig sein, jedoch von der Beschaffenheit, dass die Function $f(z)$ wirklich zwischen den Grenzen a und z integrirbar ist. Wir können dann sagen, dass die Differentialquotienten und vielfachen Integrale die speciellen Werthe sind, welche die allgemeinere Function

$$F(z,n)$$

für ganze positive und negative n, d. h. für $n=\pm\nu$ annimmt. Diese allgemeinere Function $F(z,n)$, welche eine Function der beiden von einander unabhängigen complexen Variabelen z und n ist, möge Derivation der vorgelegten Function $f(z)$ genannt werden; in diesem Sinne sind also die Operationen des Differenzirens und Integrirens specielle Fälle einer allgemeinen Operation, die wir dementsprechend das Deriviren nennen wollen.

Es ist nun zunächst zweckmässig, für das Differenziren und Integriren ein gemeinsames Zeichen einzuführen; dazu benützen wir vor der Hand das Zeichen D mit beigesetztem Index, nämlich

$$f^{(\nu)}(z) = D^\nu f(z)$$
$$\int_a^z\!\!\cdots\!\!\int f(z)\,dz^\nu = D^{-\nu} f(z)$$

dann wird die analoge Bezeichnung für das Deriviren lauten:

$$F(z,n) = D^n f(z).$$

Stellen wir diese Gleichung um, indem wir, wie gebräuchlich, die auszuführende Operation linker Hand anzeigen und rechter Hand das fertige Resultat angeben, also

$$D^n f(z) = F(z,n),$$

so ist der Sinn dieser Gleichung derselbe wie etwa der der Gleichungen $3.4 = 12$, $\sqrt{9} = 3$ etc.

Es ist nun von vornherein leicht zu sehen, dass es unendlich viele Functionen $F(z,n)$ und daher auch unendlich viele Operationen D^n geben wird, welche für ganze, positive oder negative n die Differentialquotienten und vielfachen Integrale liefern, und unter diesen verschiedenen Functionen $F(z,n)$ werden wir im Folgenden eine möglichst einfache zu bestimmen suchen, und diese allein mit dem Namen Derivation und die dazu gehörige Operation mit der Bezeichnung: deriviren belegen.

Um nun diese Function $F(z,n)$ durch einen analytischen Ausdruck bestimmen zu können, müssen wir eine Eigenschaft, die dieselbe bei allen ganzen n hat, bei beliebigen n bestehen lassen, es ist dies die Eigenschaft

$$\frac{\partial}{\partial z} F(z, \pm\nu) = F(z, \pm\nu + 1),$$

die man sofort aus den Reihen 1) erkennt; und ihre Verallgemeinerung für beliebige n, welche zulässig ist, da z von n unabhängig ist, lautet:

$$\frac{\partial}{\partial z} F(z,n) = F(z,n+1). \qquad 2)$$

Zu dieser Gleichung, welche in Bezug auf z eine Differentialgleichung, in Bezug auf n aber eine Functionalgleichung ist, treten dann die folgenden gleichsam als Grenzgleichungen hinzu:

$$F(z, \pm\nu) = D^{\pm\nu} f(z) \qquad 3)$$

wo die ν ganz, mithin die rechten Seiten bekannt sind.

Aus diesen Gleichungen 2) und 3), welche wir die Fundamentalforderungen für die Derivation nennen wollen, soll nun $F(z,n)$ bestimmt werden. Wir müssen zu diesem Zwecke vorerst jedoch, namentlich um die rechte Seite der Gleichung 3) in eine andere Form zu bringen, eine Betrachtung über gewisse Curvenintegrale einschalten.

2.

In der für ganze positive ν geltenden Formel von Cauchy

$$D^\nu f(z) = \frac{\Gamma(\nu+1)}{2i\pi} \int_K \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{\nu+1}} = J(z,\nu) \qquad 4)$$

ist bekanntlich der Integrationsweg K der complexen Variabelen t eine beliebige Curve, die den Punkt z einmal im positiven Sinne umläuft und keine Ausnahmepunkte der Function $f(t)$ einschliesst.

Der analoge Ausdruck für $-\nu$ an Stelle von ν ist

$$J(z, -\nu) = \frac{\Gamma(1-\nu)}{2i\pi} \int_{K_z} f(t)(t-z)^{\nu-1}\,dt. \qquad 5)$$

Bezieht man hier die Variabele t auf denselben Integrationsweg K_z, so nimmt $J(z,-\nu)$ die unbestimmte Form $\infty.0$ an, und um das zu vermeiden, definiren wir

$$J(z,-\nu) = \operatorname{Lim}_{\delta=0} \left\{ \frac{\Gamma(1-\nu-\delta)}{2i\pi} \int_{K_z} f(t)(t-z)^{\nu+\delta-1} dt \right\}.$$

Subtrahirt man davon die für beliebig kleine δ geltende Formel

$$0 = \frac{\Gamma(1-\nu-\delta)}{2i\pi} \int_{K_z} f(t)(t-z)^{\nu-1} dt,$$

so erhält man

$$J(z,-\nu) = \operatorname{Lim}_{\delta=0} \left\{ \frac{\Gamma(1-\nu-\delta)}{2i\pi} \int_{K_z} f(t)\left[(t-z)^{\nu+\delta-1} - (t-z)^{\nu-1}\right] dt \right\}$$

und berücksichtigt man die Gleichung

$$\Gamma(1-\nu-\delta) = (-1)^{\nu} \frac{\Gamma(1-\delta)}{\delta(1+\delta)(2+\delta)\ldots(\nu-1+\delta)},$$

so ist weiter

$$J(z,-\nu) = \frac{(-1)^{\nu}}{2i\pi} \operatorname{Lim}_{\delta=0} \left\{ \frac{\Gamma(1-\delta)}{(1+\delta)(2+\delta)\ldots(\nu-1+\delta)} \int_{K_z} f(t)(t-z)^{\nu-1} \frac{(t-z)^{\delta}-1}{\delta} dt \right\}$$

oder einfach

$$6) \qquad J(z,-\nu) = \frac{(-1)^{\nu}}{2i\pi} \cdot \frac{1}{\Gamma(\nu)} \cdot \int_{K_z} f(t)(t-z)^{\nu-1} l(t-z)\, dt.$$

Den Integrationsweg K_z denken wir uns nun so entstanden, dass er von einem beliebigen Punkte a ausgehend den Punkt z einmal im positiven Sinne umläuft, alle Ausnahmepunkte von $f(t)$ ausschliesst und wieder in a endigt. Der Anfangswerth der Function unter dem Integralzeichen ist demnach

$$f(a)(a-z)^{\nu-1} l(a-z),$$

der Endwerth dagegen

$$f(a)(a-z)^{\nu-1}\left[l(a-z)+2i\pi\right],$$

weil die Amplitude von $t-z$ beim Durchlaufen von K_z um 2π gewachsen ist. Der Integrationsweg K_z ist somit in der letzten Darstellung von $J(z,-\nu)$ keine geschlossene Curve.

Um nun den Ausdruck rechter Hand in 6) auszuwerthen, ersetzen wir den Integrationsweg K_z durch einen neuen Integrationsweg, der aus folgenden drei Theilen besteht:

1. aus der beliebigen geraden oder krummen Linie (az), die von a nach z führt, ohne durch einen Ausnahmepunkt von $f(t)$ zu gehen, noch einen solchen zu umwinden,
2. aus dem unendlich kleinen um z geschlagenen Kreis z_0
3. aus der von z nach a zurückführenden Curve (za).

Dann ist

$$J(z,-\nu) = \frac{(-1)^{\nu}}{2i\pi\Gamma(\nu)} \int_{(az)} f(t)(t-z)^{\nu-1} l(t-z)\, dt$$

$$+ \frac{(-1)^{\nu}}{2i\pi\Gamma(\nu)} \int_{z_0} f(t)(t-z)^{\nu-1} l(t-z)\, dt$$

$$+ \frac{(-1)^{\nu}}{2i\pi\Gamma(\nu)} \int_{a} f(t)(t-z)^{\nu-1}\left[l(t-z)+2i\pi\right] dt.$$

Im zweiten Integrale substituiren wir $t-z=\rho e^{i\varphi}$, $dt=i\rho e^{i\varphi}d\varphi$, wo φ von φ_0 bis $\varphi_0+2\pi$ wächst und ρ den Radius des unendlich kleinen Kreises z_0 darstellt. Für unendlich abnehmende ρ verschwindet dieses Integral; kehrt man ferner im dritten Integrale die Integrationsrichtung um, so bleibt einfach

$$J(z,-\nu)=-\frac{(-1)^{\nu}}{2i\pi\Gamma(\nu)}\cdot\int_a^z f(t)(t-z)^{\nu-1}\cdot 2i\pi.dt$$

oder endlich

$$J(z,-\nu)=\frac{1}{\Gamma(\nu)}\cdot\int_a^z f(t)(z-t)^{\nu-1}dt.$$

Man erkennt sofort, dass der rechter Hand auftretende Ausdruck nichts Anderes ist, als das ν-fache Integral von $f(z)$ genommen zwischen den Grenzen a und z. Bezeichnet man dieses nach der früher gemachten Bemerkung mit

$$\overset{z}{D}{}^{-\nu}_{a}f(z),$$

so hat man wegen 5)

$$\overset{z}{D}{}^{-\nu}_{a}f(z)=\frac{\Gamma(-\nu+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{f(t)dt}{(t-z)^{-\nu+1}}$$

eine Formel, die der Cauchy'schen Formel 4) vollkommen analog ist. Beide Formeln lassen sich zusammenfassen in die folgende

$$\overset{z}{D}{}^{\pm\nu}_{a}f(z)=\frac{\Gamma(\pm\nu+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{f(t)dt}{(t-z)^{\pm\nu+1}} \qquad 7)$$

wo ν eine ganze positive Zahl bedeutet. Gilt das obere Vorzeichen, so ist der Werth des Curvenintegrales vom Ausgangspunkte a des Integrationsweges K_z unabhängig, weil dann K_z eine geschlossene Curve ist; gilt dagegen das untere Vorzeichen, so ist, wie wir eben gesehen haben, der Werth des Curvenintegrales abhängig vom Ausgangspunkte a, weil der Integrationsweg K_z nicht mehr geschlossen ist, wenn man sich die ganze negative Zahl $-\nu$ als den Grenzwerth vorstellt, dem die beliebige Zahl $-(\nu+\delta)$ bei unendlich abnehmendem δ zustrebt.

Zufolge der Gleichung 7) ist somit die Derivation $D^n f(z)$ oder $F(z,n)$ für ganze positive und negative n derart bestimmt, dass $F(z,+\nu)$ den ν-ten Differentialquotienten von $f(z)$ und $F(z,-\nu)$ das ν-fache Integral von $f(z)$, genommen zwischen den Grenzen a und z, darstellt, was wir bei der Forderung 3) berücksichtigen wollen.

3.

Vermittelst der Gleichung 7) können wir unsere Fundamentalforderungen so aussprechen:

„Die Derivation $F(z,n)$ muss der Functionalgleichung

$$\frac{\partial}{\partial z}F(z,n)=F(z,n+1) \qquad 8)$$

genügen und für ganze $n=\pm\nu$ die Grenzbedingung

$$F(z,\pm\nu)=\frac{\Gamma(\pm\nu+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{f(t)dt}{(t-z)^{\pm\nu+1}} \qquad 9)$$

erfüllen."

Um nun zum analytischen Ausdrucke für $F(z,n)$ zu gelangen, wird es unsere nächste Aufgabe sein, die Gleichung 8) zu integriren und das Integral der Bedingung 9) zu unterwerfen. Da nun 8) gleichzeitig

Functional- und Differentialgleichung ist, so wird der Weg, die vollständige Lösung von 8) direct zu finden, ein sehr schwieriger sein; wir brauchen aber für unseren Zweck die vollständige Lösung gar nicht, da wir sie ohnehin wieder specialisiren müssten, um auch die Gleichung 9) zu befriedigen. Zudem werden wir von einer directen Lösung um so lieber absehen, als sich unser Ziel sehr leicht auf indirectem Wege erreichen lässt.

Wir versuchen nämlich, ob und inwiefern der Ausdruck

$$J(z,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}$$

der ebenso gebildet ist, wie 4) und 5), unseren Gleichungen 8) und 9) Genüge leistet. Dass er die Gleichung 9) erfüllt, ist ohne Weiteres ersichtlich; er genügt aber auch der Gleichung 8), denn es ist

$$\frac{\partial}{\partial z} J(z,n) = \frac{\Gamma(n+2)}{2i\pi}\int_{K_z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+2}} = J(z,n+1),$$

da die Differentiation unter dem Integralzeichen vorgenommen werden darf, wenn wir voraussetzen, dass der Integrationsweg K_z von der früher angegebenen Beschaffenheit ist. Die Differenz

$$F(z,n) - J(z,n) = P(z,n)$$

genügt dann ebenfalls der Gleichung 8) und hat die Eigenschaft, für alle ganzen $n = \pm\nu$ zu verschwinden. Es ist somit die vollständige Lösung der beiden Gleichungen 8) und 9) einfach

$$F(z,n) = J(z,n) + P(z,n)$$

oder wegen der Bedeutung von $J(z,n)$

10) $$F(z,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} + P(z,n),$$

wobei $P(z,n)$ den beiden Bedingungen

11) $$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial z} P(z,n) = P(z,n+1) \\ P(z,\pm\nu) = 0 \end{cases}$$

zu genügen hat, sonst aber ganz willkürlich ist.

Wir haben somit augenscheinlich das Resultat: Solange wir blos an den Forderungen 8) und 9) festhalten, ist der analytische Ausdruck für die Derivation durch die Gleichung 10) gegeben; derselbe enthält noch die Function $P(z,n)$, welche durch die Gleichungen 11) definirt ist. Man sieht leicht ein, dass es unendlich viele solche Functionen $P(z,n)$ gibt, und es ist daher der analytische Ausdruck für die Derivation noch keineswegs bestimmt.

4.

In der Gleichung 10) tritt uns rechter Hand ein Curvenintegral entgegen, das eine nähere Betrachtung verdient, es ist dies das Curvenintegral

12) $$J(z,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}.$$

Zunächst bemerken wir, dass der Integrationsweg K_z, der vom Punkt a ausgehend eine Schlinge um den Punkt z bildet und wieder nach a zurückkehrt, ohne einen Ausnahmepunkt von $f(t)$ durchzulaufen oder einzuschliessen, keine geschlossene Curve ist. Denn es ist z ein Ausnahmepunkt des Integranden $\frac{f(t)}{(t-z)^{n+1}}$ und diese Function haben wir uns wegen ihrer Vieldeutigkeit auf unendlich vielen Riemann'schen Blättern, die sämmtlich im Punkte z (und im Unendlichen) zusammenhängen, ausgebreitet zu denken. Führen wir

einen Verzweigungsschnitt von z über a, so können wir den Integrationsweg K stets so wählen, dass er längst seiner ganzen Ausdehnung auf ein und demselben Blatte sich befindet und wir können uns dabei für ein beliebiges Blatt entscheiden. Insoferne ist das Curvenintegral unendlich vieldeutig; doch unterscheiden sich seine sämmtlichen Werthe nur durch Factoren von der Form $e^{2ihn\pi}$, wo h eine ganze positive oder negative Zahl ist, dessen Werth abhängt von der Wahl des Blattes, auf dem wir uns bei der Integration befinden. Entscheiden wir uns ein für allemal für ein bestimmtes Blatt, etwa für dasjenige, dem der Werth $h = 0$ entspricht, so haben wir auf diese Vieldeutigkeit des Curvenintegrales nicht weiter zu achten, indem aus dem Werthe für das bestimmte Blatt $h = 0$ sogleich der Werth für ein beliebiges Blatt $h = h$ hervorgeht, wenn man mit $e^{2ihn\pi}$ multiplicirt.

Es fragt sich aber weiter, unter welchen Bedingungen für $f(t)$ und n dieses Curvenintegral überhaupt endlich ist.

In dieser Hinsicht erinnern wir an die Beschaffenheit des Integrationsweges K_z. Derselbe darf keinen Ausnahmepunkt von $f(t)$ einschliessen, ferner darf auch auf ihm längs seiner ganzen Ausdehnung kein solcher liegen. Da nun der Punkt a der Voraussetzung nach im Endlichen liegt, so hat der Integrationsweg, wie wir annehmen können, eine endliche Länge, und es kommen bei der Integration nur endliche Werthe des Integranden in Betracht; nach einem bekannten Satze ist daher dieses Curvenintegral endlich und zwar für alle Werthe von n. Wir können sogar auch im Punkte a, der den Anfang und das Ende von K_z bildet, eine Singularität der Function $f(t)$ zulassen. Um zu sehen, wie es dann mit der Endlichkeit dieses Curvenintegrales steht, zerlegen wir den Integrationsweg K_z in drei Theile, und zwar sollen, wenn b ein beliebiger endlicher, aber für $f(t)$ gewöhnlicher Punkt ist, diese drei Theile sein:

1. die Strecke $a\,b$, die im Allgemeinen nicht geradlinig zu sein braucht, aber keinen Ausnahmepunkt von $f(t)$ durch- oder umlaufen darf,

2. die Schlinge K'_z, die in b beginnend den Punkt z einmal im positiven Sinne umläuft, keinen Ausnahmepunkt von $f(t)$ einschliesst und in b wieder endigt,

3. die Strecke $b\,a$.

Man bekommt dann

$$J(z,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_a^b \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K'} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi e^{2i(n+1)\pi}}\int_b^a \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}$$

oder, nach gehöriger Zusammenziehung des ersten und dritten Integrales,

$$J(z,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K'} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)}\int_b^z \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}. \qquad 13)$$

Da b ein gewöhnlicher Punkt der Function $f(t)$ ist, so ist das erste Integral wegen der Beschaffenheit des Integrationsweges K'_z nach dem vorhin angewandten Satze stets endlich; das zweite Integral verlangt jedoch zu seiner Endlichkeit die Bedingung

$$\mathrm{Lim}\,[(t-a)f(t)]_{t=a} = 0. \qquad 14)$$

Ist diese aber erfüllt, so ist dieses Integral endlich, und zwar für alle n; daher auch der Ausdruck $J(z,n)$. Wir haben somit den Satz:

„Das Curvenintegral $J(z,n)$ ist stets endlich, wenn $f(t)$ im Punkte a die Bedingung 14) erfüllt."

Der Punkt a kann nun in Bezug auf $f(t)$ ein Unstetigkeitspunkt von verschiedener Art sein. Verhält sich nämlich $f(t)$ in der Umgebung von a so wie $(t-a)^p$, oder $(t-a)^p[l(t-a)]^q$ u. dgl., so ist die Erfüllung der Gleichung 14) unabhängig von der Richtung, in welcher sich t gegen a annähert; im zweiten Integrale in 13) kann also dann der Integrationsweg $a\,b$ von a aus zuerst eine ganz beliebige Richtung nehmen, um dann nach b zu gelangen; daraus folgt dann, dass in $J(z,n)$ der Integrationsweg K_z, aus welchem ja die Strecke $a\,b$ entstanden ist, sowohl bei seinem Ausgange von a als auch bei seiner Rückkehr gegen a ganz beliebig

orientirt sein kann. Man kann das so ausdrücken: Ist a ein Ausnahmepunkt dieser Art (wir wollen eine solche Unstetigkeit im Punkte a im Folgenden eine Unstetigkeit „erster Art" nennen), so kann — die Erfüllung der Gleichung 14) vorausgesetzt — der Integrationsweg K_z bei seinem Ausgange von a und bei seiner Rückkehr ganz beliebige Richtungen haben und $J(z,n)$ ist immer endlich und von solchen Richtungen unabhängig.

Ist dagegen in a eine Singularität von einer anderen Art (Unstetigkeit „zweiter Art", wie wir sagen wollen), so kann zwar die Gleichung 14) auch noch erfüllt sein, aber dann im Allgemeinen nur mehr für gewisse Annäherungsrichtungen von t gegen a; in 13) muss also im zweiten Integrale der Integrationsweg ab in der Nähe von a eine bestimmte Richtung haben, wenn das Integral endlich sein soll, daher wird dann der Integrationsweg K_z in $J(z,n)$ eine Curve sein müssen, die in a einen Rückkehrpunkt hat und die Richtung der Tangente in diesem Rückkehrpunkte wird eben jene Annäherungsrichtung sein, für welche 14) erfüllt ist. Man kann also sagen: Soll bei einer Unstetigkeit zweiter Art im Punkte a das Curvenintegral $J(z,n)$ endlich sein, so wird im Allgemeinen der Integrationsweg K_z im Punkte a eine Spitze bilden müssen, die sich dem Punhte a in der Richtung annähert, wie es die Gleichung 14) verlangt.

Da vermöge der Gleichung 10) die Endlichkeit der Derivation $F(z,n)$ in erster Linie von der Endlichkeit dieses eben betrachteten Curvenintegrales $J(z,n)$ abhängt, so wollen wir die Gleichung 14) die Bedingung der Derivirbarkeit nennen.

5.

Der durch 10) gegebene Ausdruck für die Derivation ist theils unendlich vieldeutig, insofern er das im vorigen Paragraphen betrachtete Curvenintegral enthält, theils ist er unbestimmt, insofern in ihm die noch nicht näher bestimmte Function $P(z,n)$ vorkommt. Die aus dem Curvenintegrale entspringende Vieldeutigkeit können wir ganz unberücksichtigt lassen, da sie keine Unbestimmtheit involvirt, daher wird die neue Forderung, die wir noch zur Bestimmung der Derivation nöthig haben, den Zweck haben, die Function $P(z,n)$ zu bestimmen. Da nun diese neue Forderung im Allgemeinen eine beliebige sein kann, so wird die Function $P(z,n)$ auch verschieden ausfallen müssen; es ist daher von der grössten Wichtigkeit, die neue Forderung so zu stellen, dass die Function $P(z,n)$ so einfach wie möglich ausfüllt. Wir gelangen dazu auf folgendem Wege:

Vergleicht man die beiden Ausdrücke

$$\Phi(z,m,n) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{m} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{m} F(z,n)$$

$$F(z,m+n) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{m+n} f(z)$$

mit einander, so lässt sich zeigen, dass folgende Beziehung stattfindet

$$\Phi(z,\pm\mu,n) = F(z,\pm\mu+n),$$

wenn μ eine ganze positive Zahl ist. Denn es ist erstens

$$\Phi(z,+\mu,n) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\mu} F(z,n) = \frac{\partial^{\mu}}{\partial z^{\mu}} F(z,n);$$

nun folgt aus 8) durch wiederholte Differentiation

$$\frac{\partial^{\mu}}{\partial z^{\mu}} F(z,n) = F(z,\mu+n),$$

daher ist auch

$$\Phi(z,+\mu,n) = F(z,\mu+n).$$

Ferner ist zweitens

$$\Phi(z,-\mu,n) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\mu} F(z,n) = \int_a^z F(z,n)\,dz^{\mu}, \tag{15}$$

und man überzeugt sich durch μ-malige Differentiation nach z leicht, dass die Gleichung

$$\int_a^z F(z,n\ dz^{\mu} = F(z,n-\mu)$$

stattfindet; die vorletzte Gleichung gibt daher

$$\Phi(z,-\mu,n) = F(z,-\mu+n),$$

womit die obige Beziehung bewiesen ist. Dabei ist allerdings nicht zu übersehen, dass das Integral

$$\int_a^z f(z)\,dz^{\mu}$$

zwar einen endlichen angebbaren Werth hat, wenn wir, was immer geschehen muss, die Function $f(t)$ der Bedingung 14) unterwerfen, dass aber daraus noch nicht die Endlichkeit des in 15) vorkommenden Integrales folgt; vielmehr wird darin die Grösse n einer gewissen Beschränkung unterliegen müssen. Wir werden darauf noch ausführlicher zurückkommen.

Haben Φ und F die vorige Bedeutung, so ist, wenn m keine ganze Zahl ist, im Allgemeinen

$$\Phi(z,m,n) \lesseqgtr F(z,m+n).$$

Um das einzusehen, entwickeln wir jeden dieser beiden Ausdrücke nach der Formel 10), dann hat man zunächst

$$\Phi(z,m,n) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{m} F(z,n)$$

$$= \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{m} \left\{ \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} + P(z,n) \right\}.$$

Nun lässt sich dieselbe Formel 10) in etwas anderen Zeichen auch schreiben

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{m} \varphi(z) = \frac{\Gamma(m+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{\varphi(u)\,du}{(u-z)^{m+1}} + Q(z,m),$$

worin dann selbstverständlich $Q(z,m)$ den beiden Bedingungen 11) zu genügen hat. Wendet man diese Gleichung auf die rechte Seite der verletzten Gleichung an, so resultirt

$$\left.\begin{aligned} \Phi(z,m,n) = {} & \frac{\Gamma(m+1).\Gamma(n+1)}{(2i\pi)^2} \int_{K_z} \frac{du}{(u-z)^{m+1}} \cdot \int_{K_u} \frac{f(t)\,dt}{(t-u)^{n+1}} \\ & + \frac{\Gamma(m+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{P(u,n)\,du}{(u-z)^{m+1}} + Q(z,m) \end{aligned}\right\} \tag{16}$$

Dagegen ist nach 10) unmittelbar

$$F(z,m+n) = \frac{\Gamma(m+n+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{m+n+1}} + P(z,m+n), \tag{17}$$

woraus man sofort erkennt, dass diese beiden Ausdrücke im Allgemeinen verschieden sein können, da ja namentlich P und Q von einander und von f noch unabhängig sind.

Die neue, an die Derivation zu stellende Forderung sei nun die, dass die beiden Ausdrücke 16) und 17) für beliebige m einander gleich werden, dass also

$$\Phi(z,m,n) = F(z,m+n)$$

oder

18) $$\overset{z}{D}{}^{m}_{a}\ \overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z) = \overset{z}{D}{}^{m+n}_{a} f(z)$$

stattfinde, wobei wir jedoch darauf gefasst sind, dass n einer gewissen Bedingung wird unterliegen müssen, wie wir schon für den speciellen Fall $m = -\mu$ bemerkten.

Die Gleichung 18) ersetzen wir durch die mit ihr identische, nämlich

19) $$\begin{aligned}\frac{\Gamma(m+1)\,\Gamma(n+1)}{(2i\pi)^2}\int_{K_z}\frac{du}{(u-z)^{m+1}}\int_{K_u}\frac{f(t)\,dt}{(t-u)^{n+1}} + \frac{\Gamma(m+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{P(u,n)\,du}{(u-z)^{m+1}} + Q(z,m)\\ = \frac{\Gamma(m+n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{m+n+1}} + P(z,m+n),\end{aligned}$$

und aus dieser Gleichung sollen nun die beiden Functionen P und Q bestimmt werden. Dass sich eine solche Bestimmung ausführen lässt, wird sich gleich zeigen; zu diesem Zwecke müssen wir aber vorerst einen wichtigen Satz entwickeln, der sich auf gewisse Curvenintegrale bezieht, und mit Zuhilfenahme dessen wir die fragliche Bestimmung leicht erreichen können.

6.

In dem Ausdrucke

$$\varphi(p,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{(t-a)^p\,dt}{(t-z)^{n+1}}$$

sei der Integrationsweg K_z von der früher angegebenen Beschaffenheit: er gehe von a aus, umlaufe z einmal im positiven Sinne, um dann wieder in a zu endigen. Man kann diesen Integrationsweg ersetzen durch folgende drei Theile:

1. durch die geradlinige Strecke ab, wo b beliebig ist,

2. durch einen von b ausgehenden, z einmal im positiven Sinne umlaufenden Zug K'_z, der auch wieder in b endigt,

3. durch die geradlinige Strecke ba.

Dann ist

$$\varphi(p,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{a}^{b}\frac{(t-a)^p\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K'_z}\frac{(t-a)^p\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi\,e^{(n+1)\pi i}}\int_{b}^{a}\frac{(t-a)^p\,dt}{(t-z)^{n+1}},$$

oder nach gehöriger Zusammenziehung des ersten und letzten Integrales

20) $$\varphi(p,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K'_z}\frac{(t-a)^p\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\int_{a}^{b}\frac{(t-a)^p\,dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

Das erste Integral ist für alle Werthe von n und p endlich, das zweite jedoch nur, wenn real $(p+1)>0$ ist. Wir haben somit den Satz:

Der Ausdruck:

$$\varphi(p,n) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{(t-a)^p\,dt}{(t-z)^{n+1}}$$

ist stets und nur endlich, wenn real $(p+1)>0$ ist.

Man hätte diesen Satz auch sofort aus dem, was über die Endlichkeit des Ausdruckes $J(z,n)$ in 12) gesagt wurde, folgern können; in der That ist ja $\varphi(p,n)$ ein specieller Fall von $J(z,n)$, wenn nämlich $f(t)=(t-a)^p$ wird, und dann gibt die Bedingung 14)

$$\text{Lim}\,[(t-a)\,.\,(t-a)^p]_{t=a}=0$$

d. h. real $(p+1)>0$.

Lässt man in 20) b nach z rücken, so kann man den Integrationsweg K'_z in einen unendlich kleinen um z geschlagenen Kreis zusammenschrumpfen lassen; man überzeugt sich leicht, dass unter der Voraussetzung real $n<0$ dieses Kreisintegral verschwindet, und dann bleibt

$$\varphi(p,n)=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\int_a^z(t-a)^p(z-t)^{-n-1}dt=\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}(z-a)^{p-n}$$

oder wegen der ursprünglichen Bedeutung von $\varphi(p,n)$

$$\frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{(t-a)^p dt}{(t-z)^{n+1}}=\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}\cdot(z-a)^{p-n}\qquad\text{real}(p+1)>0.\qquad 21)$$

Diese Gleichung gilt zunächst für den Fall real $n<0$; dass sie aber auch für beliebige n gilt, erfährt man leicht, wenn man beiderseits beliebig oft nach z differenzirt und bedenkt, dass wegen der Endlichkeit von $\varphi(p,n)$ für alle n die Differentiation linker Hand unter dem Integralzeichen vorgenommen werden darf.

Die so entstandene Gleichung 21) oder die folgende

$$\frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_u}\frac{(t-a)^p dt}{(t-u)^{n+1}}=\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}(u-a)^{p-n}$$

multipliciren wir beiderseits mit $\frac{\Gamma(m+1)}{2i\pi}\frac{du}{(u-z)^{m+1}}$ und integriren nach u im Punkte a beginnend längs der Curve K_z; das gibt

$$\frac{\Gamma(m+1)\Gamma(n+1)}{(2i\pi)^2}\int_{K_z}\frac{du}{(u-z)^{m+1}}\int_{K_u}\frac{(t-a)^p dt}{(t-u)^{n+1}}=\frac{\Gamma(m+1)\Gamma(p+1)}{2i\pi\Gamma(p-n+1)}\int_{K_z}\frac{(u-a)^{p-n}du}{(u-z)^{m+1}}.$$

Ist nun real $(p-n+1)>0$, so kann man rechter Hand die Gleichung 21) anwenden, wenn man daselbst p und n beziehungsweise durch $p-n$ und m ersetzt; man erhält so zunächst

$$=\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}\cdot\frac{\Gamma(p-n+1)}{\Gamma(p-m-n+1)}\cdot(z-a)^{p-m-n}=\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-m-n+1)}(z-a)^{p-m-n};$$

hier wieder 21) anwendend, indem man n durch $m+n$ ersetzt, erhält man bei umgekehrter Anordnung

$$=\frac{\Gamma(m+n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{(t-a)^p dt}{(t-z)^{m+n+1}};$$

somit ist schliesslich:

$$\frac{\Gamma(m+1)\Gamma(n+1)}{(2i\pi)^2}\int_{K_z}\frac{du}{(u-z)^{m+1}}\int_{K_u}\frac{(t-a)^p dt}{(t-u)^{n+1}}=\frac{\Gamma(m+n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{(t-a)^p dt}{(t-z)^{m+n+1}}$$

$$\text{real}(p+1)>0;\ \text{real}(p-n+1)>0.$$

Durch diese Gleichung ist ein gewisses Curvendoppelintegral auf ein einfaches Curvenintegral zurückgeführt. Man kann das Resultat verallgemeinern, wenn man beiderseits mit $\psi(p)dp$ multiplicirt, wo $\psi(p)$ eine ganz beliebige endliche und eindeutige Function von p ist und über eine beliebige Curve integrirt, jedoch so, dass stets real $(p+1)>0$ bleibt. Setzt man dann zur Abkürzung

22) $$\int (t-a)^p \psi(p)dp = \chi(t)$$

so hat man

23) $$\frac{\Gamma(m+1)\Gamma(n+1)}{(2i\pi)^2}\int_{k_z}\frac{du}{(u-z)^{m+1}}\cdot\int_K \frac{\chi(t)dt}{(t-u)^{n+1}} = \frac{\Gamma(m+n+1)}{2i\pi}\int_{k_z}\frac{\chi(t)dt}{(t-z)^{m+n+1}}.$$

Dabei ist die Function $\chi(t)$ im Allgemeinen beliebig, doch bemerkt man sehr leicht die beiden Einschränkungen

24) $$\operatorname{Lim}\left[(t-a)\chi(t)\right]_{t=a}=0$$

25) $$\operatorname{Lim}\left[(t-a)^{1+n}\chi(t)\right]_{t=a}=0,$$

die sich aus 22) ergeben, wenn man real $(p+1)>0$ und real $(p-n+1)>0$ berücksichtigt.

Die Bedingung 24), welche mit 14) identisch ist, verlangt, dass $\chi(t)$ derivirbar ist; das ist aber auch die einzige Bedingung für $\chi(t)$, was die Giltigkeit der Gleichung 23) anbelangt, denn die Bedingung 25) schränkt $\chi(t)$ nicht weiter ein, sondern nur die Grösse n. Wir haben also den Satz:

Zur Giltigkeit der Gleichung 23) gehört, dass $\chi(t)$ derivirbar im Punkte a ist, und dass n der Bedingung 25) Genüge leistet. m ist dagegen vollständig willkürlich.

7.

Wir kehren nun zur Gleichung 19) zurück und setzen darin neben der schon unter 14) angenommenen Bedingung der Derivirbarkeit von $f(t)$ noch für n die weitere Bedingung fest

26) $$\operatorname{Lim}\left[(t-a)^{1+n}f(t)\right]_{t=a}=0.$$

Dann hebt sich in 19) vermöge 23) das Curvenintegral linker Hand gegen das Curvenintegral rechter Hand, und es bleibt

27) $$\frac{\Gamma(m+1)}{2i\pi}\int_{k_z}\frac{P(u,n)du}{(u-z)^{m+1}} + Q(z,m) = P(z,m+n),$$

woraus nun P und Q zu bestimmen sind. m ist ganz beliebig, dagegen n durch die Bedingung 26) beschränkt; man sieht indess zunächst leicht ein, dass n gewiss auch einer ganzen negativen Zahl $=-\nu$ gleich sein kann. Setzt man nun in 27) $n=-\nu$, so fällt wegen 11), wonach $P(z,\pm\nu)=0$ ist, das Curvenintegral fort, und es ist

28) $$P(z,m-\nu) = Q(z,m).$$

Ersetzt man hierin m und ν beziehungsweise durch $m+1$ und $\nu+1$, so ist weiter

$$P(z,m-\nu) = Q(z,m+1),$$

also durch Vergleichung mit 28)

$$Q(z,m+1) = Q(z,m);$$

das ist wegen 11)

$$\frac{\partial}{\partial z}Q(z,m) = Q(z,m),$$

woraus durch Integration

$$Q(z,m) = \omega(m)\,e^{z}$$

gefolgert wird. Die Integrationsconstante $\omega(m)$ muss nach 11) periodisch sein, nämlich der Functionalgleichung $\omega(m+1) = \omega(m)$ nebst der Bedingung $\omega(0) = 0$ genügen und darf z nicht enthalten. Setzt man diesen Werth von $Q(z,m)$ in die Gleichung 28), so ist

$$P(z,m-\nu) = \omega(m)e^{z}$$

oder, wenn man m durch $m+n+\nu$ ersetzt und wegen der Periodicität von $\omega(m)$:

$$P(z,m+n) = \omega(m+n)e^{z};$$

daraus folgt noch speciell für $m = 0$

$$P(z,n) = \omega(n)e^{z}.$$

Trägt man die gefundenen Werthe von P und Q in die Gleichung 27) ein, so wird, wie ersichtlich

$$\frac{\Gamma(m+1)}{2i\pi}\cdot\omega(n)\int_K \frac{e^{u}\,du}{(u-z)^{m+1}} = [\omega(m+n)-\omega(m)]e^{z}.$$

Diese Gleichung ist aber nur dann möglich, wenn ω für jedes Argument verschwindet. Dann ist aber auch

$$P = Q = 0.$$

Jetzt liefert also die Gleichung 10) folgenden analytischen Ausdruck für die Derivation

$$\overset{z}{D}_{a}^{n} f(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_K \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}, \tag{29}$$

welcher uns für die weiteren Entwickelungen als Basis dienen wird. Die beliebige complexe Grösse n möge der Index und a die untere Grenze der Derivation genannt werden. a muss im Endlichen liegen und $f(z)$ hat der Bedingung 14) zu genügen, welche wir noch einmal anschreiben wollen

$$\operatorname{Lim}\,[(t-a)f(t)]_{t=a} = 0 \tag{30}$$

(Bedingung der Derivirbarkeit.)

Wir wollen die gewonnenen Resultate noch einmal kurz zusammenfassen:

„Unsere Derivation $\overset{z}{D}_{a}^{n} f(z)$ hat folgende drei Fundamentaleigenschaften:

$$\frac{\partial}{\partial z}\overset{z}{D}_{a}^{n} f(z) = \overset{z}{D}_{a}^{n+1} f(z) \qquad \text{I.}$$

$$\overset{z}{D}_{a}^{-1} f(z) = \int_a^z f(z)\,dz \qquad \text{II.} \tag{31}$$

$$\overset{z}{D}_{a}^{m}\overset{z}{D}_{a}^{n} f(z) = \overset{z}{D}_{a}^{m+n} f(z); \qquad \operatorname{Lim}\,[(t-a)^{1-\cdots} f(t)]_{t=a} = 0 \qquad \text{III.}$$

durch dieselben ist sie vollkommen bestimmt, und wird analytisch durch die Gleichung 29) ausgedrückt.“

Die Eigenschaft

$$\overset{z}{D}_{a}^{n} f(z) = \frac{\partial^{n}}{\partial z^{n}} f(z)$$

d. h. die Eigenschaft der Derivation, für ganze positive Indices in Differentialquotienten überzugehen, ist nicht mit unter die Fundamentaleigenschaften aufgenommen worden, weil sie blos eine Folge von I und II ist: Differenzirt man nämlich in II beiderseits 2ν-mal nach z, so erhält man

$$\frac{\partial^{2\nu}}{\partial z^{2\nu}} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{-\nu} f(z) = \frac{\partial^{\nu}}{\partial z^{\nu}} f(z); \tag{32}$$

andererseits folgt aber aus I durch successive Differentiation

$$\frac{\partial}{\partial z} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+1} f(z)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+2} f(z)$$

$$\frac{\partial^3}{\partial z^3} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+3} f(z)$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{\partial^{2\nu}}{\partial z^{2\nu}} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+2\nu} f(z).$$

Setzt man in dieser letzten Gleichung $n = -\nu$, so hat man

$$\frac{\partial^{2\nu}}{\partial z^{2\nu}} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{-\nu} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\nu} f(z),$$

woraus durch Vergleichung mit 32) unmittelbar folgt

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\nu} f(z) = \frac{\partial^{\nu}}{\partial z^{\nu}} f(z);$$

also ist diese Eigenschaft in I und II enthalten.

Für III ist die Bemerkung wesentlich, dass darin n nicht beliebig, sondern an die angehängte Bedingung, die sich unter 25), resp. 26) einstellte, gebunden ist; m ist dagegen vollständig willkürlich.

II.

Entwicklung der wichtigsten hieher gehörigen Formeln.

1.

Nachdem wir im vorigen Capitel die Definitionsgleichung 29) für unsere Derivation aufgestellt haben, ist es vor Allem wünschenswerth, zu wissen, wie sich diese Derivation als Function von z betrachtet, in der Umgebung der unteren Grenze a verhält, welche den Anfangs- und Endpunkt des Integrationsweges K_z bildet. Um das zu erfahren, halten wir den Punkt a fest und lassen z an ihn heranrücken. Als Integrationsweg K_z in 29) wählen wir dann einen unendlich kleinen, um z geschlagenen Kreis, der natürlich durch den Punkt a gehen muss. Setzen wir demnach, wenn r der Radius dieses Kreises ist,

$$t = z + re^{\varphi i}; \; a = z + re^{\varphi_0 i}; \; (t-a) = r(e^{\varphi i} - e^{\varphi_0 i}); \; dt = ire^{\varphi i} d\varphi,$$

wo φ_0 die Amplitude des Anfangsradius ist; dann haben wir nach φ zu integriren und zwar zwischen den Grenzen φ_0 und $\varphi_0 + 2\pi$. In Bezug auf $f(t)$ werden wir unterscheiden, ob a ein gewöhnlicher Punkt für $f(t)$ ist, oder ein Unstetigkeitspunkt erster Art. (Vergl. Cap. I, Paragraph 4.)

α) a ist ein gewöhnlicher Punkt für $f(t)$.

Aus 29) hat man zunächst durch Einführung der genannten Substitutionen:

$$\overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} f(z) = \frac{\Gamma(\mu+1)}{2\pi \cdot r^{\mu}} \int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} f(z+re^{i\varphi}) e^{-\mu i\varphi} d\varphi .$$

Weil wir r unendlich abnehmen lassen, so können wir, da $f(t)$ in der Umgebung von a und ebenso in der Umgebung von z stetig ist, statt $f(z+re^{i\varphi})$ kurz $f(z)$ schreiben und vor das Integralzeichen stellen; führt man nun die noch übrige Integration nach φ aus, so ergibt sich nach einigen leichten Reductionen und unter Beachtung von $z-a = re^{i(\varphi_0+\pi)}$

$$\operatorname{Lim}\left[\overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} f(z)\right]_{z=a} = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} \operatorname{Lim}\left[\frac{f(z)}{(z-a)^{\mu}}\right]_{z=a} \tag{33}$$

oder auch

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{(z-a)^{\mu}}{f(z)} \overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} f(z)\right]_{z=a} = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} . \tag{34}$$

Diese Gleichung sagt aus, dass der Grenzwerth linker Hand stets, d. h. für alle μ endlich bleibt.

β) a sei ein solcher Unstetigkeitspunkt von $f(t)$, dass man

$$f(t) = (t-a)^{\lambda} f_1(t)$$

setzen kann, wo $f_1(t)$ in der Umgebung von a stetig ist. Die Bedingung der Derivirbarkeit 30) gibt für ρ die Bedingung

$$\text{real}(\rho+1) > 0,$$

was wir also als erfüllt voraussetzen müssen.

Man findet jetzt aus 29), wenn man beiderseits mit $\frac{(z-a)^{\rho-\lambda}}{f_1(z)}$ multiplicirt, rechter Hand für $z-a$ den Werth $re^{i(\varphi_0+\pi)}$ einsetzt und unter dem Integralzeichen die Variabele φ wie vorhin einführt:

$$\frac{(z-a)^{\rho-\lambda}}{f_1(z)} \overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} (z-a)^{\lambda} f_1(z) = e^{(\rho-\lambda-\mu)i(\varphi_0+\pi)} \frac{\Gamma(\mu+1)}{2\pi} \int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} \frac{f_1(z+re^{i\varphi})}{f_1(z)} e^{(\lambda-\rho)i\varphi} d\varphi .$$

Lässt man z nach a rücken und bedenkt man, dass wegen der Stetigkeit von $f_1(t)$ im Punkte a der Quotient

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{f_1(z+re^{i\varphi})}{f_1(z)}\right]_{r=0}$$

für jeden Werth von φ der Einheit gleichkommt, so wird

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{(z-a)^{\rho-\lambda}}{f_1(z)} \overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} (z-a)^{\lambda} f_1(z)\right]_{z=a} = e^{(\rho-\lambda-\mu)i(\varphi_0+\pi)} \cdot \frac{\Gamma(\mu+1)}{2\pi} \int_{\varphi_0}^{\varphi_0+2\pi} e^{(\lambda-\rho)i\varphi} e^{-\mu i\varphi} d\varphi ,$$

und durch Auswerthung dieses Integrales ist weiter

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{(z-a)^{\rho-\lambda}}{f_1(z)} \cdot \overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} (z-a)^{\lambda} f_1(z)\right]_{z=a} = \frac{\Gamma(\rho+1)}{\Gamma(\rho-\mu+1)} .$$

Schreibt man jetzt linker Hand statt $f_1(z)$ wieder $\frac{f(z)}{(z-a)^{\lambda}}$, so hat man schliesslich

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{(z-a)^{\rho}}{f(z)} \overset{z}{D}{}^{\mu}_{a} f(z)\right]_{z=a} = \frac{\Gamma(\rho+1)}{\Gamma(\rho-\mu+1)} ; \tag{35}$$

wegen real $(p+1)>0$ ist der Grenzwerth rechter Hand ebenfalls stets endlich. Für $p=0$ kommt man auf 34) zurück.

γ) a sei ein solcher Unstetigkeitspunkt von $f(t)$, dass man setzen kann

$$f(t)=(t-a)^p|l(t-a)|^q f_1(t),$$

wo wieder $f_1(t)$ in der Umgebung von a stetig ist. Die Bedingung der Derivirbarkeit lautet hier wieder

$$\text{real}\,(p+1)>0$$

und man findet durch eine ähnliche Rechnung wie vorhin, dass der Grenzwerth

$$\text{Lim}\left[\frac{(z-a)^{n-1}}{|l(z-a)|^q f_1(z)}\cdot \overset{z}{D}{}^{1}_{a}(z-a)^p|l(z-a)|^q f_1(z)\right]_{z=a}$$

auch hier stets endlich ist; drückt man wieder $f_1(z)$ durch $f(z)$ aus, so kann man nämlich schreiben

36) $$\text{Lim}\left[\frac{(z-a)^n}{f(z)}\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)\right]_{z=a}=\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}.$$

Die Gleichungen 34), 35) und 36) führen zu dem Ergebnisse, dass

37) $$\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)=\frac{f(z)}{(z-a)^n}E(z)$$

gesetzt werden kann, wo $E(z)$ für $z=a$ endlich bleibt, und zwar gilt eine solche Gleichung, wenn a ein gewöhnlicher Punkt oder ein Unstetigkeitspunkt erster Art von $f(t)$ ist.

Die Betrachtung der Fälle, wo im Punkte a eine Unstetigkeit zweiter Art zugelassen wird, mag unterbleiben, weil wir uns vor der Hand nur auf solche Derivationen beschränken werden, wo $f(t)$ in a blos von der ersten Art unstetig ist und weil in jenen Fällen in der That keine so einfache Gleichung wie 37) besteht.

Wir werden auch später an einigen Beispielen sehen, dass die Gleichung 37) in den Fällen, wo a ein Unstetigkeitspunkt zweiter Art ist, nicht mehr gilt.

Mit Hilfe von 37) lässt sich nun leicht die Frage beantworten, unter welchen Umständen die Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)$ als Function von z betrachtet, wieder derivirbar ist. Dazu gehört, wenn man in 30) z statt t und $\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)$ statt $f(z)$ setzt, dass

$$\text{Lim}\left[(z-a)\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)\right]_{z=a}=0$$

stattfindet. Nach 37) kann man dafür schreiben

$$\text{Lim}\left[(z-a)^{1-n} f(z)E(z)\right]_{z=a}=0$$

oder wegen der Endlichkeit von $E(z)$ im Punkte a

$$\text{Lim}\left[(z-a)^{1-n} f(z)\right]_{z=a}=0.$$

Unter dieser Bedingung ist somit die Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)$ wieder derivirbar, und zugleich sehen wir, dass die in 31) III geforderte Bedingung eben nichts Anderes ist, als die Bedingung für die Derivirbarkeit von $\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)$, also die Bedingung für die Endlichkeit der Doppelderivation $\overset{z}{D}{}^{m}_{a}\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)$.

2.

Wir erinnern uns zunächst, das wir das Curvenintegral für die Derivation der Function $(z-a)^p$ schon ausgewerthet haben; man kann nämlich nach 21) sofort hinschreiben:

$$\overset{z}{D}{}^n_a (z-a)^p = \frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)} \cdot (z-a)^{p-n} \qquad \text{real}(p+1)>0 \tag{38}$$

und für $p=0$ erhält man daraus die specielle Formel

$$\overset{z}{D}{}^{-1}_a (1) = \frac{1}{\Gamma(1-n)} \cdot \frac{1}{(z-a)^n}. \tag{39}$$

Weiter ist nach (38) auch

$$\overset{z}{D}{}^n_a \left[(z-a)^{p+\delta} - (z-a)^p\right] = \left[\frac{\Gamma(p+\delta+1)}{\Gamma(p+\delta-n+1)}(z-a)^{\delta} - \frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}\right](z-a)^{p-n},$$

und wenn man beiderseits durch δ dividirt und zur Grenze für unendlich abnehmende δ übergeht, so erhält man daraus in dem Falle, dass $p-n$ keine ganze negative Zahl ist:

$$\left.\begin{aligned} \overset{z}{D}{}^n_a (z-a)^p l(z-a) &= \left[\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)} l(z-a) + \frac{\partial}{\partial p}\frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-n+1)}\right](z-a)^{p-n} \\ &\text{real}(p+1)>0; p-n \text{ keine ganze negative Zahl.} \end{aligned}\right\} \tag{40}$$

Ist $p-n$ eine ganze negative Zahl, so gilt dieses Resultat nicht mehr. Um auch für diesen Fall die betreffende Formel zu entwickeln, sei $n-p=\nu$ ganz und positiv; dann ist

$$\overset{z}{D}{}^n_a (z-a)^p l(z-a) = \overset{z}{D}{}^{\nu+p}_a (z-a)^p l(z-a) = \overset{z}{D}{}^{\nu}_a \overset{z}{D}{}^p_a (z-a)^p l(z-a)$$

und man findet zunächst auf demselben Wege wie vorhin

$$\overset{z}{D}{}^p_a (z-a)^p l(z-a) = \Gamma(p+1) l(z-a) + \frac{\partial}{\partial \delta}\frac{\Gamma(p+\delta+1)}{\Gamma(\delta+1)} \qquad (\delta=0)$$

Nun ist bekanntlich

$$\frac{\partial}{\partial \delta}\frac{\Gamma(p+\delta+1)}{\Gamma(\delta+1)}\Big|_{\delta=0} = C\Gamma(p+1) + \Gamma'(p+1),$$

wo C die Euler'sche Constante ist, nämlich

$$C = 0{\cdot}57721\ 56649\ \ldots;$$

wir haben daher

$$\left.\begin{aligned} \overset{z}{D}{}^p_a (z-a)^p l(z-a) &= \Gamma(p+1)[C+l(z-a)] + \Gamma'(p+1). \\ &\text{real}(p+1)>0 \end{aligned}\right\} \tag{41}$$

und durch ν-malige Differenziation nach z

$$\overset{z}{D}{}^{p+\nu}_a (z-a)^p l(z-a) = (-1)^{\nu-1}\frac{\Gamma(\nu)\Gamma(p+1)}{(z-a)^{\nu}} \qquad \text{real}(p+1)>0. \tag{42}$$

Selbstverständlich hätte man die Gleichungen 40), 41) und 42) auch durch directe Auswerthung des Definitionsintegrales 29) erhalten können, nur ist die Rechnung nicht so einfach. Auch die Derivation von $(z-a)^p[l(z-a)]^\nu$ lässt sich aus der Gleichung 38) vollständig entwickeln, indem man beiderseits ν-mal nach p differenzirt und linker Hand die Differenziation unter dem Derivationszeichen vornimmt.

Unterwirft man in 38) p speciell der Bedingung

$$p = n-h-1,$$

wo h eine ganze positive Zahl ist, die kleiner als real n sein muss, so ergibt sich, da die rechte Seite verschwindet:

$$\overset{z}{D}{}^n_a (z-a)^{n-h-1} = 0.$$

Hier kann h also die Werthe annehmen

$$h = 0, 1, 2, \quad \ldots \nu-1, \nu < \text{real}\, n,$$

während $\nu+1 \geqq \text{real}\, n$ ist. Multiplicirt man nun die vorstehende Gleichung mit einer beliebigen Constanten c_h und summirt für alle zulässigen Werthe von h, so ist

$$\overset{z}{D}{}^n_a [c_0(z-a)^{n-1} + c_1(z-a)^{n-2} + c_2(z-a)^{n-3} + \ldots + c_\nu (z-a)^{n-\nu-1}] = 0.$$

Die unter dem Derivationszeichen stehende Function möge mit $\psi(z,n)$ bezeichnet werden, also

43) $$\psi(z,n) = c_0(z-a)^{n-1} + c_1(z-a)^{n-2} + c_2(z-a)^{n-3} + \ldots + c_\nu (z-a)^{n-\nu-1};$$

dann lautet die vorhergehende Gleichung

44) $$\overset{z}{D}{}^n_a \psi(z,n) = 0 \qquad \nu+1 \geqq \text{real}\, n > \nu \geqq 0.$$

Die durch 43) definirte Function $\psi(z,n)$ möge complementäre Function genannt werden, und ihre Eigenschaft wird durch die Gleichung 44) ausgedrückt.

Wir wollen jetzt zeigen, dass $\psi(z,n)$ auch die einzige Function ist, der die Eigenschaft 44) zukommt.

Zu diesem Zwecke suchen wir alle Functionen, welche die Gleichung

$$\overset{z}{D}{}^n_a \psi(z,n) = 0$$

befriedigen. Ist ν eine ganze positive, sonst aber vorläufig noch beliebige Zahl, so kann man diese Gleichung auch schreiben

$$\overset{z}{D}{}^{\nu+1}_a \overset{z}{D}{}^{n-\nu-1}_a \psi(z,n) = 0,$$

und daraus folgt unmittelbar

$$\overset{z}{D}{}^{n-\nu-1}_a \psi(z,n) = c_0' + c_1'(z-a) + c_2'(z-a)^2 + \ldots + c_\nu'(z-a)^\nu,$$

wo die Constanten c' beliebig sind. Da nun die rechte Seite derivirbar ist, so kann man zur Bestimmung von $\psi(z,n)$ aus dieser Gleichung die Fundamentaleigenschaft III anwenden, nämlich:

$$\psi(z,n) = \overset{z}{D}{}^{-n+\nu+1}_a \overset{z}{D}{}^{n-\nu-1}_a \psi(z,n)$$

$$= \overset{z}{D}{}^{-n+\nu+1}_a [c_0' + c_1'(z-a) + c_2'(z-a)^2 + \ldots + c_\nu'(z-a)^\nu],$$

und wenn man gliedweise derivirt und dabei die Formeln 38) und 39) anwendet,

$$\psi(z,n) = \frac{c_0'}{\Gamma(n-\nu)}(z-a)^{n-\nu-1} + \frac{1.c_1'}{\Gamma(1+n-\nu)}(z-a)^{n-\nu} + \frac{1.2.c_2'}{\Gamma(2+n-\nu)}(z-a)^{n-\nu+1} + \ldots$$

$$\ldots + \frac{1.2\ldots\nu.c_\nu'}{\Gamma(n)}(z-a)^{n-1};$$

die bisher beliebige ganze positive Zahl ν bestimmt sich durch die Bemerkung, dass $\psi(z,n)$ derivirbar sein muss; dies ist der Fall, wenn real $(n-\nu)>0$ ist. Ändert man noch die Constanten c', so wird diese Gleichung identisch mit 43). Hiemit ist also bewiesen, dass die durch 43) definirte complementäre Function $\psi(z,n)$ in der That die einzige ist, die der Gleichung 44) genügt.

3.

Wir wollen jetzt die Zerlegungstheoreme entwickeln.

Es sei

$$f(z) = \varphi_1(z)+\varphi_2(z)+\ldots+\varphi_\nu(z);$$

dann ist nach der Definitionsgleichung 29) zunächst:

$$\overset{z}{D}{}^n_a f(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_1(t)+\varphi_2(t)+\ldots+\varphi_\nu(t)}{(t-z)^{n+1}}dt$$

oder auch

$$\overset{z}{D}{}^n_a f(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_1(t)}{(t-z)^{n+1}}dt + \frac{\Gamma(n+2)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_2(t)}{(t-z)^{n+1}}dt + \ldots + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_\nu(t)dt}{(t-z)^{n+1}};$$

mithin ist

$$\overset{z}{D}{}^n_a\{\varphi_1(z)+\varphi_2(z)+\ldots+\varphi_\nu(z)\} = \overset{z}{D}{}^n_a\varphi_1(z)+\overset{z}{D}{}^n_a\varphi_2(z)+\ldots+\overset{z}{D}{}^n_a\varphi_\nu(z), \qquad 45)$$

vorausgesetzt, dass sowohl die Summe $\varphi_1+\varphi_2+\ldots+\varphi_h$ als auch die einzelnen Functionen $\varphi_1,\varphi_2\ldots\varphi_h$ derivirbar sind.

Der Satz 45) gilt auch für eine unendliche Reihe, wenn der Integrationsweg K_z ganz innerhalb ihres Convergenzbereiches liegt.

Ein specieller Fall von 45) ist auch die Gleichung

$$\overset{z}{D}{}^n_a\{c+\varphi(z)\} = \frac{c}{\Gamma(1-n)(z-a)^n} + \overset{z}{D}{}^n_a\varphi(z), \qquad 46)$$

wobei die Constante c nach Formel 39) derivirt wurde.

Ferner erhält man aus der Definitionsgleichung 29) für

$$f(z) = c.\varphi(z)$$

unmittelbar

$$\overset{z}{D}{}^n_a c.\varphi(z) = c.\overset{z}{D}{}^n_a\varphi(z). \qquad 47)$$

Für die Function

$$f(z) = \varphi_1(z).\varphi_2(z)$$

gibt die Definitionsgleichung zunächst

$$\overset{z}{D}{}^n_a\varphi_1(z).\varphi_2(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_1(t)\varphi_2(t)}{(t-z)^{n+1}}dt,$$

und hier können verschiedene Entwicklungen Platz greifen. Ist eine der Functionen φ, etwa φ_1 synectisch innerhalb eines um z geschlagenen Kreises, der den Punkt a einschliesst, so lässt sie sich in die Taylor'sche Reihe entwickeln, nämlich

$$\varphi_1(t) = \varphi_1(z) + \frac{t-z}{1}\varphi_1'(z) + \frac{(t-z)^2}{1\cdot 2}\varphi_1''(z) + \ldots = \sum_0^\infty{}_h \frac{(t-z)^h}{h!}\varphi_1{}^h(z).$$

Die Substitution gibt nun

$$\overset{z}{D}{}^\mu_a \varphi_1(z)\varphi_2(z) = \sum_0^\infty{}_h \frac{\varphi_1^{(h)}(z)}{h!}\cdot\frac{\Gamma(\mu+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_2(t)dt}{(t-z)^{\mu-h+1}}$$

$$= \sum_0^\infty{}_h \binom{\mu}{h}\varphi_1^{h}(z)\cdot\frac{\Gamma(\mu-h+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_2(t)dt}{(t-z)^{\mu-h+1}}.$$

Nun ist aber

$$\frac{\Gamma(\mu-h+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{\varphi_2(t)dt}{(t-z)^{\mu-h+1}} = \overset{z}{D}{}^{\mu-h}_a \varphi_2(z),$$

und die vorletzte Gleichung gibt daher

$$48)\quad \overset{z}{D}{}^\mu_a \varphi_1(z)\cdot\varphi_2(z) = \binom{\mu}{0}\varphi_1(z)\cdot\overset{z}{D}{}^\mu_a \varphi_2(z) + \binom{\mu}{1}\varphi_1'(z)\overset{z}{D}{}^{\mu-1}_a \varphi_2(z) + \binom{\mu}{2}\varphi_1''(z)\overset{z}{D}{}^{\mu-2}_a \varphi_2(z) + \ldots;$$

und diese Entwicklung ist solange giltig, als z der Mittelpunkt eines a umschliessenden Convergenzkreises ist, innerhalb dessen $\varphi_1(t)$ convergirt.

Aus 48) wird, wenn man $\varphi_2(z) = 1$ annimmt, nach einiger Reduction, und wenn man zum Schlusse f statt φ_1 schreibt:

$$49)\quad \overset{z}{D}{}^\mu_a f(z) = -\frac{1}{\Gamma(-\mu)}\cdot\frac{1}{(z-a)^\mu}\cdot\left\{\frac{f(z)}{\mu} - \frac{f'(z)}{\mu-1}\cdot\frac{z-a}{1} + \frac{f''(z)}{\mu-2}\cdot\frac{(z-a)^2}{1\cdot 2} - \ldots\right\}.$$

Diese Entwicklung der Derivation ist somit an die Bedingung geknüpft, dass z der Mittelpunkt eines a umschliessenden Convergenzkreises ist.

Nimmt man in 48) etwas allgemeiner $\varphi_1(z) = \varphi(z)$ und $\varphi_2(z) = (z-a)^p$, wo real $(p+1) > 0$ sein muss, so erhält man eben so leicht

$$50)\quad \overset{z}{D}{}^\mu_a (z-a)^p\varphi(z) = \frac{\Gamma(p+1)}{\Gamma(p-\mu+1)}\cdot(z-a)^{p-\mu}\left\{\varphi(z) + \frac{\mu\varphi'(z)}{p-\mu+1}\cdot\frac{z-a}{1} + \frac{\mu(\mu-1)\varphi''(z)}{(p-\mu+1)(p-\mu+2)}\cdot\frac{(z-a)^2}{1\cdot 2} + \ldots\right\};$$

auch hier muss z der Mittelpunkt eines a umschliessenden Convergenzkreises sein, innerhalb dessen $\varphi(t)$ synectisch bleibt.

Sind beide Functionen φ_1 und φ_2 innerhalb des erwähnten Kreises synectisch, so kann man setzen

$$\varphi_1(t)\varphi_2(t) = \sum_0^\infty{}_h \sum_0^\infty{}_k \frac{(t-z)^{h+k}\varphi_1^{(h)}(z)\cdot\varphi_2^{(k)}(z)}{h!\,k!},$$

und die Entwicklung des Curvenintegrales gibt

$$51)\quad \overset{z}{D}{}^\mu_a \varphi_1(z)\cdot\varphi_2(z) = \sum_0^\infty{}_h \sum_0^\infty{}_k \frac{\binom{\mu}{h}\binom{\mu-h}{k}}{\Gamma(h+k-\mu+1)}\cdot\frac{\varphi_1^{(h)}(z)\cdot\varphi_2^{(k)}(z)}{(z-a)^{\mu-h-k}}.$$

Die Derivation eines Productes zweier Functionen lässt sich also dann in eine Doppelsumme entwickeln.

Ist von den beiden Functionen φ_1 und φ_2 eine, etwa φ_1, synectisch innerhalb eines um a geschlagenen und z einschliessenden Kreises, so lässt sie sich in die Taylor'sche Reihe

$$\varphi_1(t) = \varphi_1(a) + \frac{t-a}{1}\varphi_1'(a) + \frac{(t-a)^2}{1\cdot 2}\varphi_1''(a) + \ldots$$

entwickeln, und man erhält dann

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}\varphi_1(z)\varphi_2(z) = \sum_0^{\infty}\frac{\varphi_1^{(h)}(a)}{h!}\cdot\frac{\Gamma(\mu+1)}{2i\pi}\int\frac{(t-a)^h\varphi_2(t)\,dt}{(t-z)^{\mu+1}}$$

oder auch

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}\varphi_1(z)\cdot\varphi_2(z) = \sum_0^{\infty}\frac{\varphi_1^{(h)}(a)}{h!}\overset{z}{D}_a^{\mu}(z-a)^h\varphi_2(z).$$

Die Derivation rechter Hand lässt sich nach 50) weiter entwickeln, wenn $\varphi_2(t)$ innerhalb eines um z geschlagenen und a einschliessenden Kreises synectisch bleibt; dann wird nämlich

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}\varphi_1(z)\cdot\varphi_2(z) = \sum_0^{\infty}\sum_0^{\infty}\frac{\binom{\mu}{k}}{\Gamma(h+k-\mu+1)}\cdot\frac{\varphi_1^{(h)}(a)\cdot\varphi_2^{(k)}(z)}{(z-a)^{\mu-h-k}}. \qquad 52)$$

Im speciellen Falle $\varphi_1(z)=1$ und $\varphi_2(z)=f(z)$ erhält man daraus die Entwicklung 49), während der Fall $\varphi_2(z)=1$ und $\varphi_1(z)=f(z)$ auf die Gleichung führt

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}f(z) = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{\mu}}\left\{f(a) + \frac{f'(a)}{1-\mu}(z-a) + \frac{f''(a)}{(1-\mu)(2-\mu)}(z-a)^2 + \ldots\right\}, \qquad 53)$$

worin also a der Mittelpunkt eines z einschliessenden Convergenzkreises für $f(t)$ sein muss. Diese Entwicklung 53) ist gleichsam das Gegenstück zu 49).

Sind endlich beide Functionen φ_1 und φ_2 synectisch innerhalb eines um a geschlagenen und z einschliessenden Kreises, so dass man die Taylor'sche Entwicklung

$$\varphi_1(t)\cdot\varphi_2(t) = \sum_0^{\infty}\sum_0^{\infty}\frac{(t-a)^{h+k}\,\varphi_1^{(h)}(a)\cdot\varphi_2^{(k)}(a)}{h!\,k!}$$

benützen kann, so wird man auf die Formel geführt:

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}\varphi_1(z)\varphi_2(z) = \sum_0^{\infty}\sum_0^{\infty}\frac{\binom{h+k}{k}}{\Gamma(h+k-\mu+1)}\cdot\frac{\varphi_1^{(h)}(a)\cdot\varphi_2^{(k)}(a)}{(z-a)^{\mu-h-k}}, \qquad 54)$$

welche das Gegenstück zu 51) abgibt.

Gleichungen dieser Art führen zu interessanten Relationen, wie das folgende Beispiel zeigt. Entwickelt man nämlich die Derivation von e^z nach den beiden Formeln 49) und 53), so erhält man beziehungsweise

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}e^z = \frac{1}{\Gamma(-\mu)}\cdot\frac{e^z}{(z-a)^{\mu}}\left\{\frac{1}{\mu} - \frac{1}{\mu-1}\cdot\frac{z-a}{1} + \frac{1}{\mu-2}\cdot\frac{(z-a)^2}{1\cdot 2} - \ldots\right\}$$

$$\overset{z}{D}_a^{\mu}e^z = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)}\cdot\frac{e^a}{(z-a)^{\mu}}\left\{1 + \frac{z-a}{1-\mu} + \frac{(z-a)^2}{(1-\mu)(2-\mu)} + \ldots\right\},$$

welche Gleichungen für jedes endliche z, a und n gelten. Setzt man die rechten Seiten einander gleich, und dann $a = 0$, so erhält man folgende Darstellung von e^z

$$e^z = \frac{1 - \frac{z}{n} + \frac{z^2}{n(n-1)} - \frac{z^3}{n(n-1)(n-2)} + \cdots}{1 - \frac{z}{n} + \frac{z^2}{(n-1).1} - \frac{z^3}{(n-2).1.2} + \cdots},$$

und diese Gleichung gilt für jedes n, ausgenommen, dass n eine ganze positive Zahl ist, denn es wurde im Zähler und Nenner der Factor $\Gamma(-n)$ weggelassen.

4.

Wir wollen jetzt alle auf Doppelderivationen bezügliche Sätze entwickeln und zusammenstellen.

Zunächst folgt aus 31) I durch successive Differentiation

$$\frac{\partial^\nu}{\partial z^\nu} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^n f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+\nu} f(z),$$

welche Gleichung wir schreiben wollen:

55) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^\nu \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^n f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+\nu} f(z)$$

und im Vorhergehenden schon einige Male benützt haben. Hiebei ist n eine beliebige und ν eine ganze positive Zahl.

Desgleichen erhält man durch successive Benützung der Fundamentaleigenschaft 31) III:

56) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n_h} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n_{h-1}} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n_{h-2}} \cdots \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n_2} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n_1} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n_1+n_2+\cdots+n_{h-1}+n_h} f(z),$$

welche Gleichung giltig ist unter den Bedingungen

56a) $$\begin{cases} \operatorname{Lim}[(t-a)^{1-n_1} f(t)]_{(t=a)} = 0; \operatorname{Lim}[(t-a)^{1-n_1-n_2} f(t)]_{(t=a)} = 0; \cdots \\ \cdots \operatorname{Lim}[(t-a)^{1-n_1-n_2-\cdots-n_{h-1}} f(t)]_{(t=a)} = 0; \end{cases}$$

nur n_h ist noch beliebig. Wir werden im folgenden Paragraphen die Darstellung der Derivation durch ein bestimmtes Integral kennen lernen; die Gleichung 56) enthält dann eine Reduction eines h-fachen Integrales auf ein einfaches, welches Resultat sich im Wesentlichen schon bei Liouville findet.

Ein specieller Fall von 56) ist die folgende Gleichung

57) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{-n} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^n f(z) = f(z). \qquad \operatorname{Lim}[(t-a)^{1-n} f(t)]_{(t=a)} = 0$$

Schreibt man diese Gleichungen in der Form

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{-n} F(z,n) = f(z),$$

so kann sie dazu dienen, aus einer gegebenen Derivation $F(z,n) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^n f(z)$ die Function $f(z)$ selbst zu finden, nur muss n der Zusatzbedingung 57) genügen, oder was dasselbe ist, $F(z,n)$ muss derivirbar sein, d. h. es muss

$$\operatorname{Lim}[(t-a)F(t,n)]_{(t=a)} = 0$$

stattfinden. Für den allgemeineren Fall, dass aus einer nicht derivirbaren Derivation $F(z,n)$ die ursprüngliche Function $f(z)$ hergeleitet werden soll, wo also die Gleichung

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = F(z,n) \tag{58}$$

nach $f(z)$ aufzulösen ist, bestimme man zuerst eine ganze positive Zahl ν, welche die Gleichung

$$\mathrm{Lim}\,[(t-a)^{\nu+2} F(t,n)]_{t=a} = 0 \tag{59}$$

erfüllt. Eine solche Bestimmung ist immer möglich, denn diese Bedingung heisst in anderen Zeichen

$$\mathrm{Lim}\,[(t-a)^{n+2} f(t)]_{t=a} = 0,$$

wonach also wegen der Derivirbarkeit von $f(t)$ ν so angenommen werden kann, dass die Ungleichung

$$\nu+1 \geqq \mathrm{real}\, n > \nu$$

besteht. Die aufzulösende Gleichung 58) lässt sich nun schreiben

$$\frac{\partial^{\nu+1}}{\partial z^{\nu+1}} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-\nu-1} f(z) = F(z,n),$$

und daraus folgt durch $(\nu+1)$-malige Integration bei beliebiger unterer Grenze — zwischen a und z ist $F(z,n)$ der Annahme nach nicht integrirbar —

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-\nu-1} f(z) = \int^{z}{}^{\nu+1} F(z,n)\,dz^{\nu+1} + c_0 + c_1(z-a) + c_2(z-a)^2 + \ldots + c_\nu (z-a)^\nu.$$

Jetzt ist die rechte Seite derivirbar, denn es ist wegen 59)

$$\mathrm{Lim}\,[(t-a)\int^{t}{}^{\nu+1} F(z,n)\,dz^{\nu+1}]_{t=a} = 0,$$

und die Anwendung von 57) auf die vorletzte Gleichung gibt

$$f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n+\nu+1} \int^{z}{}^{\nu+1} F(z,n)\,dz^{\nu+1} + \psi(z,n) \tag{60}$$

$$\nu+1 \geqq \mathrm{real}\, n > \nu,$$

wobei $\psi(z,n)$ die complementäre Function ist.

Die Formel 57) kommt in Form eines Doppelintegrales schon in einer Abhandlung von Abel vor (Crelle's Journal I.), der sie zur Lösung einer dynamischen Aufgabe benützt.

Behufs einer weiteren Entwicklung gehen wir von der Gleichung 13) aus, welche lautet:

$$\frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K'_z}\frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)}\int_{a}^{b}\frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}},$$

und worin b ein gewöhnlicher Punkt für $f(t)$ ist. Wir schreiben diese Gleichung zunächst in der Form

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{b}{D}}{}^{n} f(z) + \frac{1}{\Gamma(-n)}\int_{a}^{b}\frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} \tag{61}$$

und behandeln die rechter Hand vorkommende Derivation

$$\overset{z}{\underset{b}{D}}{}^{n} f(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{K'_z}\frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}.$$

Wir schlagen um z einen Convergenzkreis von $f(t)$ mit dem Radius R, verlegen b in die Peripherie desselben und nehmen ihn als Integrationsweg K' an. Dann haben wir zu setzen

$$t = z + Re^{i\varphi}; \quad b = z + Re^{i\varphi_1}; \quad dt = iRe^{i\varphi}d\varphi,$$

so dass nach φ zwischen den Grenzen φ_1 und $\varphi_1 + 2\pi$ zu integriren ist. Es wird dann

$$\overset{z}{D}_b^{\mu} f(z) = \frac{\Gamma(\mu+1)}{2\pi R^{\mu}} \cdot \int_{\varphi_1}^{\varphi_1+2\pi} f(z + Re^{i\varphi}) e^{-i\mu(\varphi+\pi)} d\varphi.$$

Eine partielle Integration gibt weiter unter Beachtung von $Re^{i(\varphi_1+\pi)} = z-b$

$$\overset{z}{D}_b^{\mu} f(z) = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} \cdot \frac{f(b)}{(z-b)^{\mu}} + \frac{\Gamma(\mu)}{2\pi R^{\mu-1}} \int_{\varphi_1}^{\varphi_1+2\pi} f'(z + Re^{i\varphi}) e^{-i(\mu-1)(\varphi+\pi)} d\varphi,$$

oder, wie ein Blick auf die vorhergehende Gleichung lehrt

$$\overset{z}{D}_b^{\mu} f(z) = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} \cdot \frac{f(b)}{(z-b)^{\mu}} + \overset{z}{D}_b^{\mu-1} f'(z),$$

welche Gleichungen zunächst nur für den Fall bewiesen ist, dass die untere Grenze b im Convergenzkreise von $f(t)$ liegt. Man kann sie aber leicht verallgemeinern. Drückt man nämlich die beiden hier vorkommenden Derivationen

$$\overset{z}{D}_b^{\mu} f(z) \qquad \overset{z}{D}_b^{\mu-1} f'(z)$$

nach 61) durch die Derivationen

$$\overset{z}{D}_a^{\mu} f(z) \qquad \overset{z}{D}_a^{\mu-1} f'(z)$$

aus, so erhält man

$$\overset{z}{D}_a^{\mu} f(z) - \frac{1}{\Gamma(-\mu)} \cdot \int_a^b \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{\mu+1}} = \overset{z}{D}_b^{\mu-1} f'(z) - \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} \cdot \int_a^b \frac{f'(t)\,dt}{(t-z)^{\mu}} + \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} \cdot \frac{f(b)}{(z-b)^{\mu}}.$$

Wir müssen nun $f(a)$ endlich voraussetzen, weil im Gegenfalle $f'(z)$ nicht derivirbar wäre; thun wir das, so gibt eine partielle Integration des Integrales rechter Hand und unter Beachtung von $\frac{\mu}{\Gamma(1-\mu)} = -\frac{1}{\Gamma(-\mu)}$

62) $$\overset{z}{D}_a^{\mu} f(z) = \frac{1}{\Gamma(1-\mu)} \cdot \frac{f(a)}{(z-a)^{\mu}} + \overset{z}{D}_a^{\mu-1} f'(z).$$

Die obige Gleichung gilt somit auch für solche untere Grenzen, die ausserhalb des Convergenzkreises liegen.

Diese wichtige Gleichung, die sich zuerst bei Herrn A. Grünwald findet, lässt sich auch auf folgende Weise sehr einfach herleiten:

Es ist zufolge der Fundamentaleigenschaft 31) III

$$\overset{z}{D}_a^{\mu} \overset{z}{D}_b^{-1} f'(z) = \overset{z}{D}_a^{\mu-1} f'(z),$$

wenn $f'(z)$ derivirbar ist. Wegen

$$\overset{z}{D}_a^{-1} f'(z) = \int_a^z f'(z)\,dz = f(z) - f(a)$$

kann man dafür schreiben

$$D^{\nu}_{t} f(z) = D^{\nu}_{a} f(a) + D^{\nu}_{t} f(z),$$

und wenn man die Constante $f(a)$ nach 39) derivirt, erhält man unmittelbar 62).

Setzen wir $f(a)$, $f'(a)$, $f''(a)$, . . . $f^{(\nu-1)}(a)$ endlich voraus, so gibt eine ν-malige Anwendung der Gleichung 62)

$$\left.\begin{aligned} D^{\nu}_{a} f(z) = \frac{1}{\Gamma(1-\nu)} \cdot \frac{f(a)}{(z-a)^{\nu}} + \frac{1}{\Gamma(2-\nu)} \cdot \frac{f'(a)}{(z-a)^{\nu-1}} + \frac{1}{\Gamma(3-\nu)} \cdot \frac{f''(a)}{(z-a)^{\nu-2}} + \cdots \\ \cdots + \frac{1}{\Gamma(\nu-n)} \cdot \frac{f^{(n-1)}(a)}{(z-a)^{\nu-n+1}} + D^{n}_{t} f(z). \end{aligned}\right| \quad 63)$$

Ersetzt man in dieser Gleichung n durch $n+\nu$ und $f^{(\nu)}(z)$ durch $D^{\nu}_{a} f(z)$, so kann man sie auch schreiben

$$\left.\begin{aligned} D^{n}_{t} D^{\nu}_{a} f(z) = D^{n+\nu}_{t} f(z) - \frac{1}{\Gamma(1-n-\nu)} \cdot \frac{f(a)}{(z-a)^{n+\nu}} - \frac{1}{\Gamma(2-n-\nu)} \cdot \frac{f'(a)}{(z-a)^{n+\nu-1}} - \cdots \\ \cdots - \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{f^{(-n-1)}(a)}{(z-a)^{n+1}}; \end{aligned}\right| \quad 64)$$

und in dieser Form zeigt sie, dass die Derivationen

$$D^{\nu}_{a} D^{n}_{t} f(z) \text{ und } D^{n+\nu}_{t} f(z) = D^{n}_{a} D^{\nu}_{a} f(z)$$

im Allgemeinen von einander verschieden sind.

Lässt man in 62) die ganze positive Zahl ν unendlich wachsen, so muss, damit die entstehende unendliche Reihe convergire, a als Mittelpunkt eines, z umschliessenden, Convergenzkreises von $f(t)$ angenommen werden; man erhält dann genau die Reihe 53), und unter dieser Bedingung für a und z ist auch

$$\operatorname{Lim}\left[D^{n-\nu}_{t} f^{(\nu)}(z) \right]_{(\nu=\infty)} = 0,$$

weil ja der Rest der Reihe verschwinden muss, wenn sie convergirt.

5.

Wir gehen nun zur Darstellung der Derivation durch ein bestimmtes Integral über, wozu wir die Gleichung 61) benützen werden. Daselbst ist b ein gewöhnlicher Punkt der Function $f(t)$ und wenn wir ihn nach z rücken lassen, so wird

$$D^{n}_{a} f(z) = \operatorname{Lim}\left[D^{n}_{t} f(z) \Big|_{t=b} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{b}^{z} \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} \right].$$

Nun lautet die Gleichung 33), wenn man b statt a schreibt

$$\operatorname{Lim}\left[D^{n}_{b} f(z) \Big|_{z=b} \right] = \frac{1}{\Gamma(1-n)} \cdot \operatorname{Lim}_{(z=b)} (z-b)^{1-n} f(z)\Big|_{(z=b)}.$$

Da nun, wie erwähnt, b ein gewöhnlicher Punkt für $f(t)$ ist, so verschwindet dieser Grenzwerth, wenn real $n<0$ angenommen wird; dann gibt die vorletzte Gleichung

$$D^{n}_{a} f(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{a}^{z} \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}, \qquad \text{real } n < 0 \quad 65)$$

und hiemit ist die Derivation durch ein bestimmtes Integral dargestellt, wenn real n negativ ist. Der Integrationsweg von a bis z braucht im Allgemeinen nicht geradlinig zu sein, darf jedoch keinen Ausnahmepunkt von $f(t)$ durch- oder umlaufen.

Um auch für einen beliebigen Index m eine analoge Darstellung zu gewinnen, zerlegen wir m in $n+\nu$, wo n von derselben Beschaffenheit ist, wie in 65) und ν ganz und positiv oder auch Null ist. Dann ist

66) $$\overset{z}{D}^{n+\nu} f(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \frac{\partial^\nu}{\partial z^\nu} \int_a^z \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} \qquad \text{real } n < 0.$$

Diese Gleichungen 65) und 66) sind ebenso allgemein als die Definitionsgleichung 29) selbst, insofern nämlich auch hier $f(t)$ keiner weitern Bedingung zu unterliegen braucht, als der Bedingung der Derivirbarkeit 30). Sie kommen auch bei Herrn A. Grünwald in seiner zweiten Abhandlung so zu sagen als Definitionsgleichungen vor, nur ist dabei n unnöthiger Weise auf die Bedingung real $n \leqq -1$ beschränkt.

Wir wollen noch angeben, wie man die Gleichung 57) des vorigen Paragraphen mit Hilfe dieser Integraldarstellungen gestalten kann. Es sei

$$-1 < \text{real}\, n < 0.$$

Dann ist die dortige Zusatzbedingung gewiss erfüllt, wir brauchen also auf sie nicht weiter Rücksicht zu nehmen, und die erste auszuführende Derivation lässt sich unmittelbar durch das Integral 65) ausdrücken. Man hat dann

$$f(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \overset{z}{D}^{-n} \int_a^z \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

Da $f(z)$ derivirbar ist, so kann man diese Gleichung einmal zwischen den Grenzen a und z integriren und rechter Hand die Integration im Index der Derivation anzeigen, nämlich

$$\int_a^z f(z)\,dz = \frac{1}{\Gamma(-n)} \overset{z}{D}^{-n-1} \int_a^z \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}$$

nun ist aber wegen $-1 < \text{real}\, n < 0$ auch $-1 < \text{real}(-1-n) < 0$, daher ist auch die andere Derivation durch das Integral 65) darstellbar; schreibt man im ersten Integrale als Integrationsvariabele u, im zweiten dagegen t, so hat man

$$\int_a^z f(z)\,dz = \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{\Gamma(1+n)} \cdot \int_a^z \frac{dt}{(z-t)^{-n}} \int_a^t \frac{f(u)\,du}{(t-u)^{n+1}},$$

oder $f'(z)$ für $f(z)$ geschrieben

67) $$f(z) - f(a) = -\frac{\sin n\pi}{\pi} \int_a^z \frac{dt}{(z-t)^n} \cdot \int_a^t \frac{f'(u)\,du}{(t-u)^{n+1}}, \qquad -1 < \text{real}\, n < 0$$

was die erwähnte Abel'sche Gleichung ist.

III.

Die untere Grenze liegt im Unendlichen.

1.

Wir wollen jetzt kurz noch die Derivation mit unendlicher unterer Grenze betrachten, weil einerseits dieser Fall historisch den Ausgangspunkt dieses Calculs bildete, und die Resultate sich in der That häufig

sehr einfach gestalten, und weil andererseits diese Derivation eine etwas abweichende Behandlung verlangt und einige der bisherigen Sätze gewisse Modificationen erleiden.

Es bezeichne ω eine reelle positive unendlich wachsende Grösse; sei ferner zur Abkürzung der Richtungscoëffizient $e^{i\varphi_0} = \varepsilon$ gesetzt, dann sagt die Gleichung

$$a = \varepsilon . \omega$$

aus, dass die untere Grenze a der Derivation im Unendlichen liegt und zwar in einer Richtung, die mit der Richtung der Achse der positiven reellen Zahlen den Winkel φ_0 einschliesst. Der Integrationsweg K des Definitionsintegrales 29) wird nun zu einer unendlich langen Schlinge, die aus dem Unendlichen in der Richtung ε kommend, den Punkt z mit Ausschluss aller Ausnahmepunkte der Function $f(t)$ einmal im positiven Sinne umläuft und wieder in derselben Richtung ε ins Unendliche zurückkehrt. Wir wollen diesen Integrationsweg mit Ω_z bezeichnen. Somit hat man zunächst die Gleichung

$$\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n} f(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega_z} \frac{f(t)dt}{(t-z)^{n+1}}. \tag{68}$$

Es fragt sich aber, ob und wann die so definirte Derivation einen bestimmten endlichen Werth besitzt. Hat man von einer gegebenen Function $f(z)$ die Derivation für die endliche untere Grenze a gebildet, und convergirt diese Derivation für $a = \varepsilon\omega$ zu einer bestimmten endlichen Grenze, dann, aber auch nur dann, wird das Curvenintegral in 68) einen bestimmten endlichen Werth besitzen: dann, und nur dann, kann man also von einer Derivation mit unendlicher unterer Grenze sprechen. Wir wollen nun sehen, wann dieses eintritt. Die Gleichung 61) liefert uns für $a = \varepsilon\omega$ und b als gewöhnlichen Punkt der Function vorausgesetzt

$$\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{b}{D}}{}^{n} f(z) + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{\varepsilon\omega}^{b} \frac{f(t)dt}{(t-z)^{n+1}}. \tag{69}$$

Die rechter Hand vorkommende Derivation ist nun stets endlich, so lange b im Endlichen liegt; daher hängt die Endlichkeit der linker Hand stehenden Derivation mit der unendlichen Grenze $\varepsilon\omega$ ab von der Endlichkeit des Ausdruckes

$$T = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{\varepsilon\omega}^{b} \frac{f(t)dt}{(z-t)^{n+1}}, \tag{70}$$

worin b ein gewöhnlicher Punkt der Function $f(t)$ ist und der Integrationsweg $\varepsilon\omega \ldots b$ keinen Ausnahmepunkt durch- oder umläuft. Wir haben somit den Satz:

„Die Derivation mit unendlicher unterer Grenze $\varepsilon\omega$ existirt dann und nur dann, wenn der Ausdruck T endlich ist."

Es lässt sich zwar kein allgemeines, aus der Beschaffenheit der Function $f(t)$ abgeleitetes Criterium aufstellen, mittelst dessen man in allen Fällen entscheiden könnte, ob der Ausdruck T endlich ist oder nicht, wohl aber lässt sich eine hinreichende Bedingung dafür angeben, nämlich:

„Für solche n, welche der Gleichung

$$\frac{f(\varepsilon\omega)}{\omega^n} = 0 \tag{71}$$

genügen, ist T, und somit auch die Derivation mit unendlicher unter Grenze $\varepsilon\omega$, stets endlich."

Man sieht schon hieraus, dass nicht für jedes n eine solche Derivation existiren wird, und das ist ein wesentlicher Unterschied zwischen einer Derivation, deren untere Grenze endlich ist und einer solchen, deren untere Grenze unendlich gross ist. Während jene Derivation für alle n endlich ist, wenn $f(t)$ der einfachen Bedingung 50) genügt, hat man hier für jeden speciellen Fall aus 70) ε und n so zu bestimmen, dass der Ausdruck T endlich bleibt und nur für solche ε und n ist dann die Derivation mit unendlicher unterer Grenze endlich.

Weiter sieht man leicht folgenden Satz ein:

„Ist die Derivation

$$\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n} f(z)$$

endlich, so ist auch stets die folgende endlich,

$$\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n'} f(z)$$

wenn real $n' >$ real n.“

Denn in der That folgt aus der Endlichkeit des Ausdruckes

$$\frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{\varepsilon\omega}^{b} \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}$$

sogleich auch die Endlichkeit des Ausdruckes

$$\frac{1}{\Gamma(-n')} \int_{\varepsilon\omega}^{b} \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n'+1}},$$

namentlich, wenn man sich den willkürlichen Punkt b so gewählt denkt, das längs des ganzen Integrationsweges $\varepsilon\omega \ldots b$ stets mod $(z-t) > 1$ ausfällt.

Ein specieller Fall von diesem Satze ist die Bemerkung, dass man die Gleichung 68), wenn sie für irgend ein n und ε besteht, beiderseits nach z differenziren und rechter Hand diese Operation unter dem Integralzeichen vornehmen darf, man erhält dann

$$\frac{\partial}{\partial z} \overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n+1} f(z),$$

was nichts Anderes ist, als die Fundamentaleigenschaft 31) I, die somit auch noch für unendlich grosse untere Grenzen gewahrt bleibt, wenn überhaupt die Derivation $\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n} f(z)$ existirt.

2.

Bevor wir einen diese Derivationen mit unendlicher unterer Grenze betreffenden wichtigen Satz entwickeln, möge es gestattet sein, einige einfache Beispiele zu geben.

α) $f(z) = 1$.

Hiezu liefert 39) sofort

72) $$\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{n} (1) = 0; \qquad \text{real } n > 0$$

der Richtungscoëfficient ε ist willkürlich; für andere n existirt diese Derivation nicht.

β) $f(z) = (z-c)^{p}$.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung für die Endlichkeit von T in 70) lautet hier real $(p-n) < 0$, während ε beliebig bleibt. Diese Bedingung für p und n muss also als erfüllt vorausgesetzt werden.

Behufs Entwicklung der Derivation unterscheiden wir zwei Fälle und für jeden dieser Fälle mag die Methode eine andere sein.

Erster Fall: real $(p+1) > 0$, und daher um so mehr real $(n+1) > 0$.

Hier benützen wir die Gleichung 68) und zerlegen den Integrationsweg Ω_z in folgende vier Theile:

1. in die geradlinige Strecke $\varepsilon\omega \ldots c$;

2. in den unendlich kleinen um c geschlagenen Kreis c_0, der im negativen Sinne durchlaufen werden soll;

3. in die geradlinige Strecke $c \ldots \varepsilon\omega$;

4. in den unendlich grossen um z geschlagenen Kreis.

Wegen real $(p+1)$ verschwindet das Kreisintegral, dessen Integrationsweg c_0 ist, und wegen real $(p-n) < 0$ verschwindet auch das unter 4. angegebene Kreisintegral und es bleibt

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p} = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\int_{\varepsilon\omega}^{c}\frac{(t-c)^{p}dt}{(t-z)^{n+1}} + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi}\cdot e^{-2ip\pi}\int_{c}^{\varepsilon\omega}\frac{(t-c)^{p}dt}{(t-z)^{n+1}}$$

$$= -e^{-ip\pi}\,\frac{\sin p\pi}{\pi}\cdot\Gamma(n+1)\int_{c}^{\varepsilon\omega}\frac{(t-c)^{p}dt}{(t-z)^{n+1}}.$$

Durch Substitution von $t = c+\varepsilon x$; $dt = \varepsilon dx$ und Anwendung einer bekannten Integralformel erhält man daraus

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p} = e^{-in\pi}\,\frac{\Gamma(n-p)}{\Gamma(-p)}(z-c)^{p-n}. \qquad \begin{matrix}\text{real}\,(p-n)<0\\ \text{real}\,(p+1)>0.\end{matrix}$$

Zweiter Fall: real $n < 0$; und daher umsomehr real $p < 0$.

Hier können wir 69) anwenden und b nach z rücken lassen, wodurch die Derivation rechter Hand verschwindet, es bleibt somit

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p} = \frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\int_{\varepsilon\omega}^{z}\frac{(t-c)^{p}dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

Die Substitution $t = z+\varepsilon x$; $dt = \varepsilon dx$ gibt

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p} = e^{-in\pi}\cdot\frac{\Gamma(n-p)}{\Gamma(-p)}(z-c)^{p-n}, \qquad \begin{matrix}\text{real}\,(p-n)<0\\ \text{real}\,n<0\end{matrix}$$

welches Resultat genau mit dem obigen übereinstimmt, so dass man für beide Fälle hat:

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p} = e^{-in\pi}\,\frac{\Gamma(n-p)}{\Gamma(-p)}(z-c)^{p-n}. \qquad \text{real}\,(p-n)<0. \qquad 73)$$

Für $p = 0$ erhält man hieraus die Gleichung 72). Die Differentiation nach p gibt

$$\left.\begin{aligned}&\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p}l(z-c) = e^{-in\pi}\left[\frac{\Gamma'(-p)\,\Gamma(n-p)}{\{\Gamma(-p)\}^{2}} - \frac{\Gamma'(n-p)}{\Gamma(-p)} + \frac{\Gamma(n-p)}{\Gamma(-p)}l(z-c)\right](z-c)^{p-n}\\ &\text{real}\,(p-n)<0;\ p \text{ keine ganze positive Zahl.}\end{aligned}\right\} 74)$$

Ist aber p gleich Null oder eine ganze positive Zahl, so findet man

$$\left.\begin{aligned}&\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}(z-c)^{p}l(z-c) = (-1)^{p+1}e^{-in\pi}\,\Gamma(n-p)\,\Gamma(p+1)(z-c)^{p-n}\\ &\text{real}\,(p-n)<0; \qquad p = 0,\ 1,\ 2,\ 3,\ \ldots\ldots\end{aligned}\right\} 75)$$

Aus 73) kann man leicht eine complementäre Function $\psi_1(z,n)$ ableiten, für welche

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\psi_1(z,n) = 0, \qquad 76)$$

nämlich

$$\psi_1(z,n) = c_0 + c_1 z + c_2 z^2 + \ldots + c_\nu z^\nu; \qquad \nu+1 \geqq \text{real}\,n > \nu. \qquad 77)$$

Man überzeugt sich auch hier leicht, dass $\psi_1(z,n)$ die einzige complementäre Function ist, wenn die Derivation eine unendlich grosse untere Grenze hat. Die complementären Functionen $\psi(z,n)$ in 43) und $\psi_1(z,n)$ in 77) können zu einander in die Beziehung

$$\frac{\psi(z,n)}{\psi_1(z,n)} = (z-a)^{n+1}$$

gebracht werden.

γ) $f(z) = e^{cz}$

wo c eine beliebige complexe Constante ist. Die Bedingung für die Endlichkeit der Derivation findet sich aus 70) nämlich

entweder n beliebig; real $c\varepsilon < 0$

oder real $n > -1$; real $c\varepsilon = 0$.

Für beide Fälle ergibt sich die Entwicklung der Derivation leicht aus 69), wenn man zuerst real $n < 0$ voraussetzt und b nach z rücken lässt. Man erhält dann, da die Derivation rechter Hand verschwindet:

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\, e^{cz} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \int_{\varepsilon\omega}^{z} \frac{e^{ct}\,dt}{(z-t)^{n+1}} = c^n e^{cz}.$$

Dieses Resultat gilt nun auch für solche n, deren reeller Theil positiv ist, wie man durch Differentiation leicht findet, man hat also

78) $$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\, e^{cz} = c^n e^{cz} \qquad \text{real } c\varepsilon < 0;\ n \text{ beliebig}$$

und

79) $$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\, e^{cz} = c^n e^{cz}. \qquad \text{real } c\varepsilon = 0;\ \text{real } n > -1$$

Die merkwürdige und höchst einfache Formel 78), welche für alle n gilt, wurde von Liouville zum Ausgangspunkte seiner diesbezüglichen Untersuchungen verwendet; Buchwaldt dagegen benützt die beiden Formeln 38) und 73).

Drückt man die Derivation linker Hand in 78) durch das zugehörige Curvenintegral 68) aus, so ist bei umgekehrter Anordnung der Schreibweise

$$c^n e^{cz} = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega_z} \frac{e^{ct}\,dt}{(t-z)^{n+1}}.$$

Für $t = z+u, dt = du$ fällt e^{cz} heraus, das Übrige lässt sich dann für $c = 1$ und $\varepsilon = -1$ so schreiben:

80) $$\frac{1}{\Gamma(n+1)} = \frac{1}{2i\pi} \int_{\Omega_0} \frac{e^u}{u^{n+1}}\,du,$$

wobei jetzt der Integrationsweg Ω_0 von $a = -\infty$ aus den Nullpunkt einmal im positiven Sinne zu umlaufen und wieder nach $a = -\infty$ zurückzukehren hat. Die Potenz u^{n+1} ist dabei so zu nehmen, dass $1^{n+1} = 1$ ist. Die vorstehende Gleichung kann zur Definition der Function Γ benützt werden und kommt mit der bekannten Definition durch das unendliche Product vollständig überein. (Bigler, Crelle's Journal 102.)

δ) $f(z) = \cos cz$ und $f(z) = \sin cz$.

Drückt man diese Functionen durch die Exponentielle aus, so erhält man leicht unter Anwendung von 79)

$$\underset{\varepsilon\omega}{\overset{z}{D}}{}^{n} \cos cz = c^n \cos(cz + \frac{n\pi}{2}) \qquad \text{real } ic\varepsilon = 0;\ \text{real } n > -1 \tag{81}$$

$$\underset{\varepsilon\omega}{\overset{z}{D}}{}^{n} \sin cz = c^n \sin(cz + \frac{n\pi}{2}) \qquad \text{real } ic\varepsilon = 0,\ \text{real } n > -1. \tag{82}$$

3.

Die Derivation mit der unendlichen unteren Grenze $\varepsilon\omega$ lässt sich durch eine lineare Substitution in eine Derivation mit der endlichen unteren Grenze a transformiren. Zu diesem Zwecke führen wir in der Gleichung 68)

$$\underset{\varepsilon\omega}{\overset{z}{D}}{}^{n} f(z) = \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}$$

rechter Hand die Substitution ein

$$t = \frac{1}{\tau - a};\quad dt = -\frac{d\tau}{(\tau-a)^2};\quad z = \frac{1}{\zeta - a};$$

und bemerken, dass zum Werthe $t = \varepsilon\omega$ der Werth $\tau = a$ gehört, wobei jedoch τ sich so an a anzunähern hat, dass

$$\operatorname{Lim} \varepsilon(\tau - a) \text{ für } \tau = a \text{ reell und positiv}$$

bleibt; einem einmaligen Umlaufe von t um z im positiven Sinne entspricht dann ebenfalls ein einmaliger Umlauf von τ um ζ im positiven Sinne; der Integrationsweg der neuen Variabelen τ wird endlich ebensowenig Ausnahmepunkte der Function $f\left(\frac{1}{\tau - a}\right)$ durch oder umlaufen, und dieser Integrationsweg wird daher wie früher mit K_ζ zu bezeichnen sein. Nach diesen Bemerkungen ist

$$\underset{\varepsilon\omega}{\overset{z}{D}}{}^{n} f(z) = e^{-i\alpha\pi}(\zeta-a)^{n+1} \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{K_\zeta} \frac{(\tau-a)^{n-1} f\left(\frac{1}{\tau-a}\right)}{(\tau-\zeta)^{n+1}}\, d\tau,$$

oder

$$\underset{\varepsilon\omega}{\overset{z}{D}}{}^{n} f(z) = e^{-i\alpha\pi}(\zeta-a)^{n+1} \underset{a}{\overset{\zeta}{D}}{}^{n} (\zeta-a)^{n-1} f\left(\frac{1}{\zeta-a}\right); \qquad z = \frac{1}{\zeta-a} \tag{83}$$

womit die in Aussicht gestellte Transformation bewerkstelligt ist. Die rechter Hand stehende Derivation hat nach 30) einen endlichen Werth, wenn

$$\operatorname{Lim} \left| (\tau-a)^n f\left(\frac{1}{\tau-a}\right) \right|_{\tau=a} = 0$$

ist, welche Bedingung man wegen der erwähnten Abnahme von $\tau - a$ auch schreiben kann

$$\operatorname{Lim} \frac{f(\varepsilon\omega)}{\omega^n} = 0,$$

wodurch wir auf die Bedingung 71) zurückgekommen sind. Für $a=0$ und ganze positive n wird die Formel 83), wenn man noch $f\left(\frac{1}{\zeta}\right)=\varphi(\zeta)$ setzt, mit der von S. Spitzer in dessen „Studien über die Integration linearer Differentialgleichungen“ (Wien 1860) angegebenen

$$\frac{d^n\varphi(\zeta)}{\left(d\frac{1}{\zeta}\right)^n}=(-1)^n\zeta^{n+1}\frac{d^n[\zeta^{n-1}\varphi(\zeta)]}{d\zeta^n}$$

identisch.

Nimmt man in 83) beispielsweise

$$f(z)=\psi_1(z,n)=c_0+c^1z+c_2z^2+\ldots+c_\nu z^\nu,\qquad \nu+1\lesseqgtr \text{real}\,n>\nu$$

so wird wegen $z=\frac{1}{\zeta-a}$

$$(\zeta-a)^{n-1}f\left(\frac{1}{\zeta-a}\right)=(\zeta-a)^{n-\nu-1}[c_\nu+c_{\nu-1}(\zeta-a)+c_{\nu-2}(\zeta-a)^2+\ldots+c_0(\zeta-a)^\nu];$$

$$=\psi(\zeta,n),$$

somit ist

$$\overset{z}{\underset{e\,\omega}{D}}{}^n\psi_1(z,n)=e^{-in\pi}(\zeta-a)^{n+1}\overset{\zeta}{\underset{a}{D}}{}^n\psi(\zeta,n)=0,$$

wodurch also die Gleichung 76) aus 44) hergeleitet ist.

Die Annahme

$$f(z)=e^{cz}$$

in 83) führt vermöge 78) auf die Gleichung

84) $$\overset{\zeta}{\underset{a}{D}}{}^n(\zeta-a)^{n-1}e^{\zeta-a}=e^{in\pi}\cdot\frac{c^n}{(\zeta-a)^{n+1}}e^{\frac{c}{\zeta-a}}.$$

Schreibt man hierin z statt ζ, und setzt zur Abkürzung

$$(z-a)^{n-1}e^{\frac{c}{z-a}}=\varphi$$

$$e^{in\pi}c^n=k,$$

so hat man

85) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^n\varphi=\frac{k}{(z-a)^{2n}}\cdot\varphi,$$

und das ist eine lineare Differenzialgleichung von der beliebigen Ordnung n; zu ihr gehören die Particularlösungen

86) $$\varphi=(z-a)^{n-1}e^{-\frac{\sqrt[n]{k}}{z-a}},$$

aus denen sich das allgemeine Integral linear zusammensetzt. Ist in 85) n eine rationale Zahl, so ist die Anzahl der particulären Lösungen eine endliche, weil dann $\sqrt[n]{k}$ nur eine endliche Anzahl von Werthen hat; ist aber n irrational oder complex, so hat auch 85) eine unendliche Anzahl von Particularlösungen, denn es hat dann $\sqrt[n]{k}$ unendlich viele Werthe.

Es möge hier eine Bemerkung gemacht werden, die sich auf die Gleichung 37) bezieht. Dieselbe wurde für die Fälle abgeleitet, dass a ein gewöhnlicher Punkt oder ein Unstetigkeitspunkt erster Art von $f(t)$ ist,

und es wurde dort erwähnt, dass diese Gleichung nicht mehr gilt, wenn in a eine andere Unstetigkeit auftritt. Wir sehen das nun recht deutlich an der Gleichung 85), wo die Unstetigkeit in a in der That keine der dort in Betracht gezogenen ist.

4.

Mittelst der Formel 83) kann man zu jeder Derivation mit unendlicher unterer Grenze sogleich die entsprechende Derivation mit endlicher unterer Grenze hinschreiben, die ihr gleich ist und umgekehrt; eine Anwendung dieses Principes haben wir auch schon im vorigen Paragraphen gemacht, wir wollen jetzt noch eine andere Anwendung zeigen.

Zunächst wollen wir diese Formel 83) noch etwas abändern, indem wir rechter Hand

$$(\zeta-a)^{n-1} f\left(\frac{1}{\zeta-a}\right)=\varphi(\zeta)$$

einführen, wodurch linker Hand wegen $\zeta=a+\frac{1}{z}$:

$$f(z)=z^{n-1}\varphi\left(a+\frac{1}{z}\right)$$

entsteht. In der so gewonnenen Umgestaltung

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\, z^{n-1}\varphi\left(a+\frac{1}{z}\right)=e^{-i n\pi}(\zeta-a)^{n+1}\overset{\zeta}{D}{}^{n}_{a}\,\varphi(\zeta)\qquad z=\frac{1}{\zeta-a}$$

schreiben wir f statt φ und vertauschen z mit ζ; dann ist bei umgekehrter Anordnung der Schreibweise

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z)=e^{i n\pi}\zeta^{n+1}\overset{\zeta}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\,\zeta^{n-1} f\left(a+\frac{1}{\zeta}\right);\qquad \zeta=\frac{1}{z-a} \tag{87}$$

und in dieser Gestalt hat diese Gleichung den Vorzug, für alle n zu bestehen, wofern nur $f(t)$ derivirbar ist.

Verbinden wir diese Gleichung etwa mit der Gleichung 49), so ist zunächst

$$e^{i n\pi}\zeta^{n+1}\overset{\zeta}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\,\zeta^{n-1} f\left(a+\frac{1}{\zeta}\right)=-\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n}}\cdot\left\{\frac{f(z)}{n}-\frac{f'(z)}{n-1}\frac{z-a}{1}+\frac{f''(z)}{n-2}\frac{(z-a)^2}{1.2}-\cdots\right\}$$

$$z=a+\frac{1}{\zeta}$$

Führt man rechter Hand die Substitution für z ein, und setzt dann $a=0$ und wieder z für ζ, so resultirt

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\, z^{n-1} f\left(\frac{1}{z}\right)=\frac{e^{-i n\pi}}{\Gamma(-n)}\cdot\left\{\frac{f\left(\frac{1}{z}\right)}{n.z^{n}}-\frac{f'\left(\frac{1}{z}\right)}{n-1}\cdot\frac{1}{1.z^{2}}+\frac{f''\left(\frac{1}{z}\right)}{n-2}\frac{1}{1.2.z^{3}}-\cdots\right\}; \tag{88}$$

und diese Gleichung gilt für alle n, nur muss die Reihe rechter Hand convergiren.

Behufs einer weiteren Entwicklung setzen wir in 87) $f(z)=\varphi_1(z).\varphi_2(z)$, wodurch

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\varphi_1(z)\varphi_2(z)=e^{i n\pi}\zeta^{n+1}\overset{\zeta}{D}{}^{n}_{\varepsilon\omega}\,\zeta^{n-1}\varphi_1\left(a+\frac{1}{\zeta}\right)\varphi_2\left(a+\frac{1}{\zeta}\right)$$

entsteht, und transformiren mit Hilfe dieser Gleichung und der Gleichung 87) die Gleichung 48) derart, dass wir jede der dort vorkommenden Derivationen mit der unteren Grenze a durch die entsprechende

Derivation mit der unteren Grenze $\varepsilon\omega$ ausdrücken. Es wird dann aus 48), wenn man beiderseits noch durch $\zeta^{\alpha-\zeta^{\alpha+1}}$ dividirt

$$\begin{aligned}\overset{\zeta}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha}\,\zeta^{\alpha-1}\varphi_1\Big(a+\frac{1}{\zeta}\Big)\gamma_2\Big(a+\frac{1}{\zeta}\Big) &= \binom{\alpha}{0}\varphi_1(z)\overset{\zeta}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha}\,\zeta^{\alpha-1}\gamma_2\Big(a+\frac{1}{\zeta}\Big)\\ &\quad-\binom{\alpha}{1}\varphi_1'(z)\cdot\frac{1}{\zeta}\overset{\zeta}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha-1}\,\zeta^{\alpha-2}\varphi_2\Big(a+\frac{1}{\zeta}\Big)\\ &\quad+\binom{\alpha}{2}\varphi_1''(z)\cdot\frac{1}{\zeta^2}\overset{\zeta}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha-2}\,\zeta^{\alpha-3}\gamma_2\Big(a+\frac{1}{\zeta}\Big)\\ &\quad-\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ z=a+\frac{1}{\zeta}.\end{aligned}$$

Führt man nun rechter Hand in φ_1 ebenfalls ζ ein, und setzt man dann $a=0$ und schreibt z für ζ, so ist schliesslich

89)
$$\begin{aligned}\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha}\,z^{\alpha-1}\varphi_1\Big(\frac{1}{z}\Big)\gamma_2\Big(\frac{1}{z}\Big) &= \binom{\alpha}{0}\gamma_1\Big(\frac{1}{z}\Big)\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha}\,z^{\alpha-1}\gamma_2\Big(\frac{1}{z}\Big)-\binom{\alpha}{1}\frac{\varphi_1'\Big(\frac{1}{z}\Big)}{z}\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha-1}\,z^{\alpha-2}\gamma_2\Big(\frac{1}{z}\Big)\\ &\quad+\binom{\alpha}{2}\frac{\varphi_1''\Big(\frac{1}{z}\Big)}{z^2}\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha-2}\,z^{\alpha-3}\gamma_2\Big(\frac{1}{z}\Big),\end{aligned}$$

welche für alle α gilt, solange die Reihe rechter Hand convergirt, d. h. solange $\varphi_1\Big(\frac{1}{z}\Big)$ nach ganzen fallenden Potenzen von z entwickelbar ist. Der specielle Fall $\gamma_2=1$ führt auf 88), während der Fall $z^{\alpha-1}\gamma_2\Big(\frac{1}{z}\Big)=1$ folgende Gleichung liefert

90)
$$\overset{z}{\underset{\varepsilon\omega}{D}}{}^{\alpha}\,\gamma\Big(\frac{1}{z}\Big)=e^{-\alpha\omega i}\cdot\frac{\Gamma(\alpha)}{z^{\alpha}}\Big\{1+\binom{\alpha}{1}\frac{\gamma'\Big(\frac{1}{z}\Big)}{z}+\binom{\alpha}{2}\frac{\gamma''\Big(\frac{1}{z}\Big)}{1.z^2}+\binom{\alpha}{3}\frac{\gamma'''\Big(\frac{1}{z}\Big)}{1.2z^3}+\ldots\Big\},$$
$$\text{real}\,\alpha>0$$

welche die Verallgemeinerung einer bekannten Differenzialformel ist.

IV.

Functionentheoretische Untersuchung der Derivation einzelner Functionsclassen.

1.

Wir gehen jetzt daran, die Derivation specieller Classen von Functionen zu untersuchen, um namentlich die singulären Punkte kennen zu lernen, welche dieselbe, als Function von z betrachtet, besitzt, und wir werden uns dabei fast ausschliesslich auf die Derivation mit der endlichen unteren Grenze a beschränken.

Es sei $f(z)$ eine rationale ganze Function vom Grade ν,

$$f(z)=c_0+c_1z+c_2z^2+\ldots+c_\nu z^\nu=[z^\nu].$$

Dann ist

$$\begin{aligned}f^{(\nu+1)}(z)&=f^{(\nu+2)}(z)=\ldots\ldots=0\\ f^{(\nu+1)}(a)&=f^{(\nu+2)}(a)=\ldots\ldots=0.\end{aligned}$$

Man erhält dann nach 49) oder 53), da die Reihen in diesem Falle eine endliche Gliederanzahl enthalten, sehr einfach

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z) = \frac{f_1(z)}{(z-a)^n}, \tag{91}$$

wo $f_1(z)$ wieder eine rationale ganze Function vom Grade ν bezeichnet. Die Coëffizienten in $f_1(z)$ werden natürlich von den Coëffizienten in $f(z)$, ferner aber auch von a und n abhängen. Am leichtesten geschieht die Coëffizientenbestimmung, wenn $f(z)$ in der Form

$$f(z) = c_0 + c_1 \frac{z-a}{1} + c_2 \frac{(z-a)^2}{1.2} + \ldots + c_\nu \frac{(z-a)^\nu}{1.2\ldots\nu}$$

gegeben ist, man findet dann nämlich

$$f_1(z) = \frac{c_0}{\Gamma(1-n)} + \frac{c_1}{\Gamma(2-n)}(z-a) + \frac{c_2}{\Gamma(3-n)}(z-a)^2 + \ldots + \frac{c_\nu}{\Gamma(\nu+1-n)}(z-a)^\nu.$$

Durch die Gleichung 91) ist nun das Verhalten der Derivation einer ganzen rationalen Function vollständig bestimmt, und zwar für die ganze Zahlenebene der Variabeln z, und es lässt sich folgender Satz aussprechen:

„Die Derivation einer ganzen rationalen Function vom Grade ν ist wieder eine ganze rationale Function von demselben Grade ν, dividirt durch die n-te Potenz von $z-a$. Hiebei ist n der Index der Derivation und a deren untere Grenze."

Bevor wir weiter gehen, mögen zwei Summenformeln für gewisse Reihen erwähnt werden, die sich aus der bekannten hypergeometrischen Reihe ergeben und die wir gleich in gebrauchfertige Gestalt bringen wollen.

Die hypergeometrische Reihe

$$\frac{\Gamma(r)\Gamma(r-p-q)}{\Gamma(r-p)\Gamma(r-q)} = 1 + \frac{p.q}{1.r} + \frac{p(p+1).q(q+1)}{1.2.r(r+1)} + \frac{p(p+1)(p+2)q(q+1)(q+2)}{1.2.3.r(r+1)(r+2)} + \ldots, \tag{92}$$

deren Giltigkeit an die Bedingung $\text{real}\,(r-p-q) > 0$ gebunden ist, liefert erstens, wenn man beiderseits durch q dividirt und dann $p = n+1$, $q = n+1$, $r = n+2$ setzt:

$$\left.\begin{aligned} \Gamma(1+n)\Gamma(-n) = \frac{1}{n+1} + \binom{n+1}{1}\frac{1}{n+2} + \binom{n+2}{2}\frac{1}{n+3} + \ldots, \\ \text{real}\, n < 0 \end{aligned}\right\} \tag{93}$$

wobei linker Hand noch $\Gamma(1+n)\Gamma(-n)$ in $\frac{\pi}{\sin(n+1)\pi}$ umgesetzt werden könnte. Zweitens kann man 92) auch in der Form schreiben

$$\left\{\frac{\Gamma(r)\Gamma(r-p-q)}{\Gamma(r-p)\Gamma(r-q)} - 1\right\}\frac{1}{q} = \binom{p}{1}\frac{1}{r} + \binom{p+1}{2}\frac{q+1}{r(r+1)} + \binom{p+2}{3}\frac{(q+1)(q+2)}{r(r+1)(r+2)} + \ldots;$$

geht man jetzt zur Grenze für unendlich abnehmende q über, so erhält man linker Hand

$$\frac{\Gamma'(r)}{\Gamma(r)} - \frac{\Gamma'(r-p)}{\Gamma(r-p)};$$

setzt man ferner $p = n+1$, $r = 1$ und beachtet man $\frac{\Gamma'(1)}{\Gamma(1)} = -C$, so hat man schliesslich

94)
$$-C-\frac{\Gamma'(-n)}{\Gamma(-n)}=\binom{n+1}{1}\cdot\frac{1}{1}+\binom{n+2}{2}\cdot\frac{1}{2}+\binom{n+3}{3}\cdot\frac{1}{3}+\ldots$$
$$\text{real}\, n<0.$$

C ist hier wie in 41) die Euler'sche Constante.

2.

Die Untersuchung der Derivation rationaler gebrochener Functionen beginnen wir mit dem einfachsten Falle, dass $f(z)=\frac{1}{z}$ ist. Diesen Fall werden wir eingehender behandeln, weil sich die Derivation beliebiger rationaler gebrochener Functionen darauf zurückführen lässt.

Zunächst hat man hiefür eine Entwicklung nach 49), nämlich:

95)
$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(1-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^n}\cdot\frac{1}{z}\left\{1+\frac{n}{n-1}\cdot\frac{z-a}{z}+\frac{n}{n-2}\left(\frac{z-a}{z}\right)^2+\frac{n}{n-3}\left(\frac{z-a}{z}\right)^3+\ldots\right\};$$

Dieselbe gilt für alle z, die der Bedingung $\text{mod}\,(z-a)<\text{mod}\,z$ genügen. Halbirt man den Radius vector von a durch eine unendlich lange Senkrechte, so wird durch diese die Zahlenebene in zwei Theile getheilt: die Gleichung 95) gilt nun für solche z, die in demselben Theile liegen wie a.

Eine andere Entwicklung liefert 53), wonach

96)
$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(1-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^n}\cdot\frac{1}{a}\left\{1-\frac{1}{1-n}\cdot\frac{z-a}{a}+\frac{1.2}{(1-n)(2-n)}\cdot\left(\frac{z-a}{a}\right)^2-\ldots\right\};$$

dieselbe gilt jedoch nur für solche z, welche die Bedingung $\text{mod}\,(z-a)<\text{mod}\,a$ erfüllen, was geometrisch heisst, dass z innerhalb des Kreises liegen muss, der um a mit dem Radius $\text{mod}\,a$ beschrieben ist.

Die beiden Entwicklungen 95) und 96) decken uns von der Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}$ blos den singulären Punkt a auf, und beide sagen aus, dass sich diese Derivation im Punkte a in Bezug auf die Unstetigkeit so verhält wie $\frac{1}{(z-a)^n}$ · (vergl. 37).

Um die fragliche Derivation auch auf anderen Partien der Zahlenebene untersuchen zu können, gehen wir aus von der Darstellung 65), dieselbe wird

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\int_a^z\frac{dt}{t(z-t)^{n+1}}\qquad\text{real}\, n<0.$$

Der Integrationsweg darf hier weder um noch durch den Nullpunkt gehen. Unter dieser Voraussetzung dürfen wir rechter Hand $t=\frac{az}{u}$; $dt=-\frac{azdu}{u^2}$ setzen, man erhält dann:

97)
$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}\int_a^z\frac{u^n du}{(u-a)^{n+1}}\qquad\text{real}\, n<0.$$

Es ist nun wichtig, zu zeigen, dass eine ähnliche Gleichung auch für beliebige n gilt. Multiplicirt man nämlich die vorstehende Gleichung mit z^{n+1} und differenzirt man dann einmal nach z, so erhält man

$$z^{n+1}\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{z}+(n+1)z^n\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{z^n}{(z-a)^{n+1}}$$

oder

$$\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{z}+\frac{n+1}{z}\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+1}}\cdot\frac{1}{z}. \qquad 98)$$

Diese Gleichung ist zunächst noch an die Bedingung real $n<0$ gebunden; man kann aber leicht beweisen, dass sie für alle n gilt. Schreibt man sie nämlich in der Form

$$z\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{z}+(n+1)\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+1}},$$

so ergibt sich daraus durch beiderseitige Differenziation nach z

$$z\overset{z}{D}{}^{n+2}_{a}\frac{1}{z}+\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{z}+(n+1)\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n-1)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+2}}$$

oder

$$\overset{z}{D}{}^{n+2}_{a}\frac{1}{z}+\frac{n+2}{z}\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n-1)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+2}}\cdot\frac{1}{z}.$$

Vergleicht man dies mit 98), so sieht man, dass die Gleichung 98) für $n+1$ gilt, wenn sie für n gilt. Da sie nun aber für alle n gilt, deren reeller Theil negativ ist, so gilt sie auch für beliebige n. Schreibt man in 98) statt $\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}$ etwa $\varphi(z)$, so ist

$$\frac{d\varphi(z)}{dz}+\frac{n+1}{z}\cdot\varphi(z)=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+1}}\cdot\frac{1}{z};$$

und das ist eine lineare Differentialgleichung erster Ordnung, welcher $\varphi(z)=\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}$ als Function von z betrachtet genügen muss. Man erhält daher durch Integration dieser Differentialgleichung

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}\left(c+\int\frac{z^{n}dz}{(z-a)^{n+1}}\right) \qquad 99)$$

In dem hier vorkommenden Integrale lassen wir die untere Grenze unbestimmt, um in jedem speciellen Falle die beste Wahl treffen zu können; die von z unabhängige Constante c, die im Allgemeinen eine Function von n und a sein wird, bleibt daher auch noch bis auf Weiteres unbestimmt. Unterwirft man n z. B. der Bedingung real $n<0$, so hat man, da für diesen Fall nach 37)

$$\operatorname{Lim}\left(\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}\right)_{z=a}=0$$

wird, der Constanten c den Werth Null zu ertheilen und als untere Integrationsgrenze a zu nehmen; dann ist man aber genau auf 97) zurückgekommen, wovon somit 99) die Verallgemeinerung für beliebige n ist.

Wir wollen nun die Gleichung 99) auf verschiedene Weisen weiter entwickeln.

Schreibt man das darin vorkommende Integral in der Form

$$\int\left(1-\frac{a}{z}\right)^{-n-1}\frac{dz}{z},$$

so kann man unter der Voraussetzung mod $z>$ mod a das Binom entwickeln und gliedweise integriren; man erhält dann

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}\left(c+lz-\binom{n+1}{1}\cdot\frac{a}{1.z}-\binom{n+2}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{a^{2}}{z^{2}}-\binom{n+3}{3}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{a^{3}}{z^{3}}-\cdots\right).$$

Um die Constante c zu bestimmen, setzen wir $z = a$ und real $n < 0$, wodurch die linke Seite verschwindet; das gibt

$$o = c + la - \binom{n+1}{1}\cdot\frac{1}{1} - \binom{n+2}{2}\cdot\frac{1}{2} - \binom{n+3}{3}\cdot\frac{1}{3} - \cdots$$

Die hier vorkommende Reihe rechter Hand convergirt in der That für real $n < 0$ und ihre Summe ist aus 94) bekannt; es ist daher

$$0 = -C - \frac{\Gamma'(-n)}{\Gamma(-n)} - la;$$

so dass jetzt wird

$$100)\quad \overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\frac{1}{z} = -\frac{1}{z^{n+1}}\left\{\frac{C}{\Gamma(-n)} + \frac{\Gamma'(-n)}{[\Gamma(-n)]^2} - \frac{lz - la}{\Gamma(-n)}\right\} - \frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}\left\{\binom{n+1}{1}\frac{a}{1.z} + \binom{n+2}{2}\frac{a^2}{2.z^2} + \cdots\right\}$$

für alle z, die der Bedingung mod $z <$ mod a genügen. Der Index n ist zwar noch an die Bedingung real $n < 0$ gebunden, allein man überzeugt sich durch Differenziation nach z leicht, dass die Gleichung 100) auch für $n+1$ gilt, wenn sie für n gilt; sie gilt daher für alle n. Die Gleichung 100), welche für alle z gilt, die ausserhalb des Kreises liegen, der um den Nullpunkt mit dem Radius mod a beschrieben ist, lehrt zweierlei. Einmal zeigt sie uns das Verhalten der Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\frac{1}{z}$ im Unendlichen, wonach sich dieselbe für unendliche z so verhält, wie

$$\frac{lz}{z^{n+1}}$$

(abgesehen, von dem Fall ganzer positiver n); zweitens sieht man, dass diese Derivation eine unendlich vieldeutige Function von z ist. Lässt man nämlich z etwa die Peripherie eines Kreises, dessen Radius grösser als mod a ist, h mal umlaufen, so erlangt diese Derivation nach diesen Umläufen wieder denselben Werth multiplicirt mit $e^{-2ih\pi n}$, und ausserdem noch das additive Glied $\frac{e^{-2ih\pi n}-1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{2ih\pi}{z^{n+1}}$. Die ganze Zahl h kann positiv oder negativ sein. Man kann das so ausdrücken, dass man sagt, die Function

$$\Gamma(-n)\,z^{n+1}\,\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\frac{1}{z}$$

ist ebenso vieldeutig wie lz; man kann es aber auch auf folgende Weise ausdrücken: Bezeichnet man, wie bisher, die eindeutig genommene Derivation mit D^n, dagegen den allgemeinsten Werth derselben von nun an mit $\{D^n\}$, so hat man folgende Gleichung

$$101)\quad \left\{\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\frac{1}{z}\right\} = \overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\frac{1}{z} + \frac{2ih\pi}{\Gamma(-n)\,z^{n+1}}$$

wenn man nach den Grundsätzen des Paragraphen 4, Capitel I vom Factor $e^{-2ih\pi n}$ absieht.

Die vorstehende Gleichung geht für $n = -1$ in das bekannte Resultat von der unendlichen Vieldeutigkeit der Function Lz über, nämlich

$$L\frac{z}{a} = l\frac{z}{a} + 2ih\pi,$$

wenn mit L der allgemeine Logarithmus bezeichnet wird.

Wir bemerken noch, dass die in 100) vorkommende Reihe für ganze negative n eine geschlossene wird, und daher für alle z gilt.

Behufs einer anderen Entwicklung von 99) schreiben wir das dort vorkommende Integral in der Form

$$\frac{1}{(-a)^{n+1}}\cdot\int z^n\left(1-\frac{z}{a}\right)^{-n-1}dz.$$

Ist mod $z<$ mod a, so kann man wieder binomisch entwickeln und gliederweise integriren, was auf die Formel führt

$$\overset{z}{D}{}^n_a\,\frac{1}{z}=\frac{c}{\Gamma(-n)\,z^{n+1}}+\frac{1}{\Gamma(-n)\cdot(-a)^{n+1}}\left\{\frac{1}{n+1}+\binom{n+1}{1}\frac{1}{(n+2)a}+\binom{n+2}{2}\frac{z^2}{(n+3)a^2}+\cdots\right\},$$

vorausgesetzt, dass n keine ganze negative Zahl ist. Die Bestimmung der Constanten c geschieht auf ähnliche Weise, wie vorhin; man hat die Formel 93) zu benützen und erhält

$$c=(-1)^n\Gamma(1+n)\Gamma(-n),$$

wodurch wird

$$\overset{z}{D}{}^n_a\,\frac{1}{z}=(-1)^n\left[\frac{\Gamma(n+1)}{z^{n+1}}-\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{a^{n+1}}\left\{\frac{1}{n+1}+\binom{n+1}{1}\frac{z}{(n+2)a}+\binom{n+2}{2}\frac{z^2}{(n+3)a^2}+\cdots\right\}\right],\qquad 102)$$

welche Gleichung unter der doppelten Voraussetzung gilt, dass mod $z<$ mod a und n keine negative ganze Zahl ist. Die Modification für den Fall negativer ganzer n können wir übergehen, weil wir damit nur auf 100) kommen würden.

Der Gleichung 102) zufolge verhält sich die Derivation $\overset{z}{D}{}^n_a\,\frac{1}{z}$ im Nullpunkte wie

$$\frac{1}{z^{n+1}},$$

abgesehen vom Falle ganzer negativer $n=-\nu$, wo ihr Verhalten nach 100) durch

$$z^{\nu-1}/z$$

charakterisirt ist.

Die Gleichungen 100) und 102) ergänzen sich gegenseitig in Bezug auf den Spielraum der Variabelen z, und insofern ist nun die Derivation $\overset{z}{D}{}^n_a\,\frac{1}{z}$ für alle z entwickelt; ausgenommen hievon sind nur solche z, die auf der Peripherie des Kreises liegen, der um den Nullpunkt mit dem Radius mod a beschrieben ist, weil da die in 100) und 102) vorkommenden Reihen im Allgemeinen divergiren, wenn n beliebig ist.

Wir wollen jetzt noch zwei Entwicklungen herleiten, welche die Gleichungen 95) und 96) ergänzen. Zu diesem Zwecke führen wir in dem Integrale in 99) $\frac{z}{z-a}=u$ ein, nämlich

$$\int\left(\frac{z}{z-a}\right)^{n+1}\frac{dz}{z}=\int\frac{u^n\,du}{1-u}.$$

Ist nun mod $u<1$ also mod $z<$ mod $(z-a)$, so hat man durch Entwicklung rechter Hand und gliedweise Integration, und wenn man wieder $u=\frac{z}{z-a}$ restituirt:

$$\overset{z}{D}{}^n_a\,\frac{1}{z}=\frac{c}{\Gamma(-n)\,z^{n+1}}+\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+1}}\left\{\frac{1}{n+1}+\frac{1}{n+2}\,\frac{z}{z-a}+\frac{1}{n+3}\left(\frac{z}{z-a}\right)^2+\cdots\right\};$$

vorausgesetzt, dass n keine ganze negative Zahl ist. Die Bestimmung der Constanten c ergibt sich auf die Weise, dass man $z=o$ setzt und mit 102) vergleicht; man findet

$$c=(-1)^n\Gamma(1+n)\Gamma(-n);$$

daher

$$103)\qquad \overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=(-1)^{n}\frac{\Gamma(1+n)}{z^{n+1}}+\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-a)^{n+1}}\left\{\frac{1}{n+1}+\frac{1}{n+2}\cdot\frac{z}{z-a}+\frac{1}{n+3}\left(\frac{z}{z-a}\right)^{2}+\ldots\right\}.$$

Diese Gleichung, welche die Entwicklung 95) ergänzt, hört natürlich auf zu bestehen, wenn n negativ und ganz ist.

Ferner ist in 99), wenn man $\frac{a}{z-a}=u$ setzt:

$$\int\left(\frac{z}{z-a}\right)^{n+1}\frac{dz}{z}=\int\left(1+\frac{a}{z-a}\right)^{n+1}\frac{dz}{z}=-\int(1+u)^{n}\frac{du}{u}.$$

Nimmt man hier $\mathrm{mod}\,u<1$, also $\mathrm{mod}\,(z-a)>\mathrm{mod}\,a$, so kann man wieder binomisch entwickeln und gliedweise integriren; setzt man dann wieder für u seinen Werth $\frac{a}{z-a}$, so hat man

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=\frac{c}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}-\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}\left\{l\frac{a}{z-a}+\binom{n}{1}\frac{a}{1\,.\,(z-a)}+\binom{n}{2}\frac{a^{2}}{2\,.\,(z-a)^{2}}+\ldots\right\},$$

die Constante c kann man aus 100) bestimmen, indem man $z=\infty$ setzt; man findet

$$c=-C-\frac{\Gamma'(-n)}{\Gamma(-n)},$$

und hat somit

$$104)\quad \overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}=-\frac{1}{z^{n+1}}\left\{\frac{C}{\Gamma(-n)}+\frac{\Gamma'(-n)}{[\Gamma(-n)]^{2}}\right\}-\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}\left\{l\frac{a}{z-a}+\binom{n}{1}\frac{a}{1\,.\,(z-a)}+\binom{n}{2}\frac{a^{2}}{2\,.\,(z-a)^{2}}+\ldots\right\},$$

welche Gleichung mit 96) zusammen die Derivation für alle z liefert.

Wir können das Resultat der bisherigen Untersuchung in folgenden Satz zusammenfassen:

„Die Derivation von $\frac{1}{z}$, als Function von z betrachtet, ist in der ganzen Zahlenebene endlich und stetig, bis auf die drei Ausnahmepunkte $z=0$, $z=a$ und $z=\infty$, wo Verzweigungen auftreten. Sieht man von der Verzweigung in a ab, so ist der allgemeinste Werth dieser Derivation, wenn der Nullpunkt h-mal (oder der unendlich ferne Punkt $-h$-mal) im positiven Sinne umlaufen wird:

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}+\frac{2ih\pi}{\Gamma(-n)\,z^{n+1}}.$$

Die Verzweigungsart in a ist in der Gleichung 37) enthalten."

3.

Die vorigen Entwicklungen dienen auch dazu, die Derivation von $\frac{1}{z^{\lambda+1}}$, wo λ positiv und ganz ist, vollständig zu untersuchen.

Man hat nach 64) wenn man λ statt ν schreibt:

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\,\overset{z}{D}{}^{\lambda}_{a}f(z)=\overset{z}{D}{}^{n+\lambda}_{a}f(z)-\frac{1}{\Gamma(1-n-\lambda)}\cdot\frac{f(a)}{(z-a)^{n+\lambda}}-\frac{1}{\Gamma(2-n-\lambda)}\cdot\frac{f'(a)}{(z-a)^{n+\lambda-1}}-\ldots-\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{f^{(\lambda-1)}(a)}{(z-a)^{n+1}},$$

und wenn man darin $f(z) = \frac{1}{z}$ setzt und beiderseits mit $\frac{(-1)^\lambda}{\Gamma(1+\lambda)}$ multiplizirt:

$$\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}} = \frac{(-1)^\lambda}{\Gamma(1+\lambda)} \cdot \overset{z}{D}{}^{n+\lambda}_a \frac{1}{z} - \frac{(-1)^\lambda}{\Gamma(1+\lambda)\Gamma(1-n-\lambda)} \cdot \frac{1}{(z-a)^{n+\lambda}} \cdot \frac{1}{a} \left[1 - \frac{1}{1-n-\lambda} \frac{z-a}{a} + \right.$$
$$\left. + \frac{1.2}{(1-n-\lambda)(2-n-\lambda)} \left(\frac{z-a}{a}\right)^2 - \ldots + \frac{(-1)^{\lambda-1} . 1.2 \ldots (\lambda-1)}{(1-n-\lambda)(2-n-\lambda)\ldots(-n-1)} \cdot \left(\frac{z-a}{a}\right)^{\lambda-1} \right], \quad 105)$$

welche Gleichung für jedes n und positive ganze λ gilt, mag z wo immer liegen.

Durch die Gleichung 105) ist somit die Derivation $\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}}$ auf die bereits untersuchte Derivation $\overset{z}{D}{}^{n+\lambda}_a \frac{1}{z}$ zurückgeführt, und es sagt diese Gleichung unter Anderem aus, dass die Derivation $\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}}$ als Function von z betrachtet, ebenfalls durchaus endlich und stetig ist mit Ausnahme der drei Punkte $z = 0$, $z = a$ und $z = \infty$, wo Verzweigungen auftreten. Der allgemeine Werth dieser Derivation ist

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}} \right\} = \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}} + \frac{(-1)^\lambda . 2ih\pi}{\Gamma(1+\lambda)\Gamma(-n-\lambda)} \cdot \frac{1}{z^{n+\lambda+1}}, \quad 106)$$

wenn der Nullpunkt h-mal umlaufen wird.

Selbstverständlich kann man die Untersuchung der Derivation $\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}}$ auch unabhängig von der Betrachtung der Derivation $\overset{z}{D}{}^{n+\lambda}_a \frac{1}{z}$ durchführen; man stellt zunächst die Differentialgleichung

$$\overset{z}{D}{}^{n+1}_a \frac{1}{z^{\lambda+1}} + \frac{n+\lambda+1}{z} \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}} = \frac{1}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1} . z . a^\lambda} \quad 107)$$

auf, die für alle n gilt, und aus welcher durch Integration folgt:

$$\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z^{\lambda+1}} = \frac{1}{\Gamma(-n) z^{\lambda+n+1}} \cdot \frac{1}{a^\lambda} \cdot \left\{ c + \int \frac{z^{n+\lambda}}{(z-a)^{n+1}} dz \right\}; \quad 108)$$

die Bestimmung der Constanten c, kann man etwa dadurch bewerkstelligen, dass man wieder, wie oben, gewisse hypergeometrische Reihen benützt.

Wir betrachten jetzt die Derivation von $\frac{1}{z-c}$, wobei c natürlich nicht mit a zusammenfallen soll. Man hat für diesen Fall nach 65)

$$\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z-c} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{dt}{(t-c)(z-t)^{n+1}} \qquad \text{real } n < 0.$$

Substituirt man hier $t - c = \frac{(a-c)(z-c)}{u-c}$, wodurch $z - t = \frac{(z-c)(u-a)}{u-c}$ und $\frac{dt}{t-c} = -\frac{du}{u-c}$ wird, so hat man

$$\overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z-c} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{(z-c)^{n+1}} \int_a^z \frac{(u-c)^n}{(u-a)^{n+1}} du \qquad \text{real } n < 0.$$

Man leitet hieraus ohne Mühe die für alle n geltende Differentialgleichung:

$$\overset{z}{D}{}^{n+1}_a \frac{1}{z-c} + \frac{n+1}{z-c} \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{z-c} = \frac{1}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}(z-c)} \quad 109)$$

und daraus wieder das Integral

110) $$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z-c}=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{(z-c)^{n+1}}\cdot\left\{c'+\int\frac{(z-c)^{n}dz}{(z-a)^{n+1}}\right\}$$

ab. Ein Blick auf die Gleichung 99) lehrt uns jetzt, dass man die Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z-c}$ aus der Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z}$ sofort erhält, wenn man in letzterer z und a beziehungsweise durch $z-c$ und $a-c$ ersetzt. Wir könnten demnach sofort sechs Reihenentwicklungen für diese Derivation hinschreiben, die sich folgeweise aus 95), 96), 100), 102), 103) und 104) durch diese Substitutionen für z und a ergeben. Die Derivation $\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z-c}$ als Function von z betrachtet, ist überall endlich und stetig, hat aber die drei Verzweigungspunkte $z=c$, $z=a$ und $z=\infty$. Durch h-malige Umläufe von z um c ensteht der allgemeinste Werth:

111) $$\left\{\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z-c}\right\}=\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{z-c}+\frac{2ih\pi}{\Gamma(-n)(z-c)^{n+1}},$$

wenn wir wieder von der Verzweigung in a absehen.

Ebenso einfach erledigt sich schliesslich die Betrachtung der Derivation von $\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}$. Man hat zunächst dafür eine der Gleichung 105) analoge Gleichung

112) $$\begin{aligned}\left\{\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}\right\}=\frac{(-1)^{\nu}}{\Gamma(1+\lambda)}\overset{z}{D}{}^{n+\nu}_{a}\frac{1}{z-c}-\frac{(-1)^{\nu}}{\Gamma(1+\lambda)\Gamma(1-n-\lambda)(z-a)^{n+\nu}(a-c)^{\nu}}\Big[1-\frac{1}{1-n-\lambda}\cdot\frac{z-a}{a-c}\\+\frac{1.2}{(1-n-\lambda)(2-n-\lambda)}\left(\frac{z-a}{a-c}\right)^{2}-\ldots+\frac{(-1)^{\nu-1}.1.2\ldots(\lambda-1)}{(1-n-\lambda)(2-n-\lambda)\ldots(-n-1)}\left(\frac{z-a}{a-c}\right)^{\nu-1}\Big];\end{aligned}$$

oder auch, wenn man will, die Differentialgleichung

113) $$\overset{z}{D}{}^{n+1}_{a}\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}+\frac{n+\lambda+1}{z-c}\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}=\frac{1}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}(a-c)^{\nu}(z-c)},$$

zu der das Integral gehört:

114) $$\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}=\frac{1}{\Gamma(-n)(z-c)^{\nu+n+1}(a-c)^{\nu}}\cdot\left\{c'+\int\frac{(z-c)^{n+\nu}dz}{(z-a)^{n+1}}\right\}.$$

Auf jeden Fall ist diese Derivation für alle z als entwickelt zu betrachten, und es lässt sich darüber aussagen, dass sie wieder drei Verzweigungspunkte besitzt: $z=c$, $z=a$ und $z=\infty$, sonst aber überall endlich und stetig ist. Der allgemeinste Werth dieser Derivation in Folge von h-maligen Umläufen von z um c lautet:

115) $$\left\{\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}\right\}=\overset{z}{D}{}^{n}_{a}\frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}+\frac{-1^{\nu}.2ih\pi}{\Gamma(1+\lambda)\Gamma(-n-\lambda)(z-c)^{n+\nu+1}}.$$

4.

Wir haben jetzt alle Mittel, die Derivation einer beliebigen rationalen gebrochenen Function zu untersuchen.

Liegt eine solche Function vor, so lässt sie sich bekanntlich zunächst im Allgemeinen in eine ganze und eine echt gebrochene Function zerlegen, und letztere ist ferner jederzeit in Partialbrüche mit constanten Zählern zerlegbar.

Es sei

$$f(z) = \frac{F(z)}{\varphi(z)} = [z^\nu] + \frac{\psi(z)}{\varphi(z)},$$

und $\varphi(z)$ von der Form

$$\varphi(z) = (z-c_0)^{\mu_0}(z-c_1)^{\mu_1}(z-c_2)^{\mu_2}\ldots(z-c_h)^{\mu_h}, \tag{116}$$

wo $\mu_0\,\mu_1\ldots\mu_h$ beliebige ganze positive Zahlen bedeuten. Der Grad von $\varphi(z)$ ist dann kleiner als $\mu_0+\mu_1+\mu_2+\ldots+\mu_h$. Durch Partialbruchzerlegung von $\frac{\psi(z)}{\varphi(z)}$ wird

$$\left.\begin{aligned} f(z) = [z^\nu] &+ \frac{\gamma_{0,0}}{(z-c_0)^{\mu_0}} + \frac{\gamma_{0,1}}{(z-c_0)^{\mu_0-1}} + \frac{\gamma_{0,2}}{(z-c_0)^{\mu_0-2}} + \ldots + \frac{\gamma_{0,\mu_0-2}}{(z-c_0)^2} + \frac{\gamma_{0,\mu_0-1}}{z-c_0} \\ &+ \frac{\gamma_{1,0}}{(z-c_1)^{\mu_1}} + \frac{\gamma_{1,1}}{(z-c_1)^{\mu_1-1}} + \frac{\gamma_{1,2}}{(z-c_1)^{\mu_1-2}} + \ldots + \frac{\gamma_{1,\mu_1-2}}{(z-c_1)^2} + \frac{\gamma_{1,\mu_1-1}}{z-c_1} \\ &+ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &+ \frac{\gamma_{h,0}}{(z-c_h)^{\mu_h}} + \frac{\gamma_{h,1}}{(z-c_h)^{\mu_h-1}} + \frac{\gamma_{h,2}}{(z-c_h)^{\mu_h-2}} + \ldots + \frac{\gamma_{h,\mu_h-2}}{(z-c_h)^2} + \frac{\gamma_{h,\mu_h-1}}{z-c_h} \end{aligned}\right\} 117)$$

oder in kürzerer Fassung

$$f(z) = [z^\nu] + \sum_0^h \sum_0^{\mu_h-1} \frac{\gamma_{h,k}}{(z-c_h)^{\mu_h-k}},$$

worin bekanntlich der Zähler ist:

$$\gamma_{h,k} = \frac{1}{\Gamma(k+1)} \cdot \left[D_t^k (t-c_h)^{\mu_h} \frac{\psi(t)}{\varphi(t)} \right]_{(t=c_h)}.$$

Zufolge der Darstellung 117) ist die Derivation einer beliebigen gebrochenen Function schon durch die vorhergehenden Untersuchungen erledigt, und es hat diese Derivation folgende Verzweigungspunkte: die Punkte $c_0, c_1, c_2, \ldots c_h$, den Punkt a und den unendlich fernen Punkt. Sonst ist diese Derivation überall endlich und stetig. Wie steht es nun mit der Vieldeutigkeit? Lässt man z einen der Punkte $c_\varkappa$ etwa den Punkt c_h, einmal im positiven Sinne umlaufen, so erhalten nach 115) die eindeutig genommenen Derivationen der Glieder der betreffenden Zeile in 117) der Reihe nach noch jedes ein additives Glied, so dass zur Derivation der ganzen Zeile folgender Ausdruck hinzutritt:

$$\begin{aligned} R_h = &(-1)^{\mu_h-1} \cdot \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h)} \cdot \frac{\gamma_{h,0}}{\Gamma(-n-\mu_h+1)} \cdot \frac{1}{(z-c_h)^{n+\mu_h}} + (-1)^{\mu_h-2} \cdot \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h-1)} \cdot \frac{\gamma_{h,1}}{\Gamma(-n-\mu_h+2)} \cdot \frac{1}{(z-c_h)^{n+\mu_h-1}} \\ &+ (-1)^{\mu_h-3} \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h-2)} \cdot \frac{\gamma_{h,2}}{\Gamma(-n-\mu_h+3)} \cdot \frac{1}{(z-c_h)^{n+\mu_h-2}} + \ldots + \frac{2i\pi}{\Gamma(1)\Gamma(-n)} \cdot \frac{\gamma_{h,\mu_h-1}}{(z-c_h)^{n+1}} \\ &= 2i\pi \sum_0^{\mu_h-1} \frac{(-1)^{\mu_h-k-1}\gamma_{h,k}}{\Gamma(\mu_h-k)\Gamma(-n-\mu_h+k+1)} \cdot \frac{1}{(z-c_h)^{n+\mu_h-k}}. \end{aligned}$$

Um diese Summation ausführen zu können, berücksichtige man die Gleichungen

$$\frac{1}{\Gamma(\mu_h-k)} = \frac{(\mu_h-1)(\mu_h-2)\ldots(\mu_h-k)}{\Gamma(\mu_h)}$$

$$\frac{1}{\Gamma(-n-\mu_h+k+1)} = \frac{(-n-1)(-n-2)\ldots(-n-\mu_h+k+1)}{\Gamma(-n)}$$

$$\gamma_{h,k} = \frac{1}{k!}\left[D_t^k (t-c_h)^{\mu_h} \frac{\psi(t)}{\varphi(t)} \right]_{(t=c_h)};$$

dann geht der vorige Ausdruck über in

$$R_h = \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h)\Gamma(-n)} \sum_{k}^{\mu_h-1} \binom{\mu_h-1}{k} \left[D^k (t-c_h)^{\mu_h} \frac{\psi(t)}{\varphi(t)} \right]_{(t=c_h)} \cdot \frac{(-1)^{\mu_h-k-1}(-n-1)(-n-2)\ldots(-n-\mu_h+k+1)}{(z-c_h)^{n+\mu_h-k}},$$

und weil

$$\frac{(-1)^{\mu_h-k-1}(-n-1)(-n-2)\ldots(-n-\mu_h+k+1)}{(z-c_h)^{n+\mu_h-k}} = \left[D^{\mu_h-1-k} (z-t)^{-n-1} \right]_{(t=c_h)},$$

so hat man weiter

$$R_h = \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h)\Gamma(-n)} \sum_{k}^{\mu_h-1} \binom{\mu_h-1}{k} \left[D^k (t-c_h)^{\mu_h} \frac{\psi(t)}{\varphi(t)} \right] \cdot \left[D^{\mu_h-1-k} \frac{1}{(z-t)^{n+1}} \right];$$

wobei nach Ausführung der Differentiationen nach t für t der Werth $t = c_h$ zu setzen ist. Die Summation ist hier ausführbar und gibt schliesslich

118) $$R_h = \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h)\Gamma(-n)} \left[D^{\mu_h-1} \frac{\psi(t)(t-c_h)^{\mu_h}}{\varphi(t)(z-t)^{n+1}} \right]_{(t=c_h)}.$$

Wird in gleicher Weise der Punkt c_h mehrmals, etwa λ_h-mal umlaufen, so tritt zur Derivation der betreffenden Zeile der Summand $\lambda_h R_h$ hinzu; man sieht leicht, dass nun allgemeinste Werth der Derivation, wenn z alle Punkte $c_0, c_1, c_2, \ldots c_h$ beziehungsweise $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_h$-mal umläuft, der folgende sein wird:

119) $$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \left([z^\nu] + \frac{\psi(z)}{\varphi(z)} \right) \right\} = \overset{z}{D}{}^n_a \left([z^\nu] + \frac{\psi(z)}{\varphi(z)} \right) + \lambda_0 R_0 + \lambda_1 R_1 + \lambda_2 R_2 + \ldots + \lambda_h R_h$$

wobei die λ beliebige ganze positive oder negative Zahlen sein können. Wir haben somit den Satz:

„Die Derivation einer rationalen gebrochenen Function ist unendlich vieldeutig; ihr allgemeinster Ausdruck besteht aus der eindeutigen Derivation, zu der gewisse Functionen R als Abzweigungen linear mit ganzen Zahlencoëfficienten hinzutreten. Die Anzahl dieser Abzweigungen R ist ebenso gross, als die Anzahl der von einander verschiedenen Wurzeln des Nenners $\varphi(z)$".

Hiebei wollen wir wieder davon absehen, dass nach Paragraph 4, Capitel I, sowohl die als eindeutig angenommene Derivation, als auch nach Gleichung 118) die einzelnen Abzweigungen R ebenso vieldeutig sind, wie die Potenz $\frac{1}{z^{n+1}}$.

5.

Wir wollen jetzt sehen, wie die in der vorigen Nummer gefundene Vieldeutigkeit der Derivation einer rationalen gebrochenen Function aus unseren ursprünglichen Definitionsgleichungen folgt. Es sei wieder:

$$f(z) = [z^\nu] + \frac{\psi(t)}{\varphi(z)};$$

dann ist nach 65)

$$\overset{z}{D}{}^n_a f(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{[t^\nu] + \frac{\psi(t)}{\varphi(t)}}{(z-t)^{n+1}} dt \qquad \text{real } n < 0,$$

wobei nach der ursprünglichen Auffassung der Integrationsweg $a z$ keinen der Punkte c_h umlaufen darf. Betrachtet man z aber als variabel, und lässt man demnach z etwa den Punkt c_h einmal im positiven Sinne umlaufen, so hat man jetzt einen Integrationsweg, der von a ausgeht, den Punkt c_h einmal im positiven Sinne

umläuft und dann in z endigt. Dieser Integrationsweg lässt sich aber, wie man leicht sieht, auf den vorigen Integrationsweg az zurückführen, dem eine geschlossene Curve K_{c_h} vorangeht, welche den Punkt c_h einmal im positiven Sinne umläuft und z nicht umschliesst. Es tritt also dann zum obigen Ausdrucke noch hinzu

$$R_h = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{c_h}} \frac{[t^\nu] + \frac{\psi(t)}{\varphi(t)}}{(z-t)^{n+1}} dt = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{c_h}} \frac{[t^\nu] dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \int_{K_{c_h}} \frac{\psi(t) dt}{\varphi(t)(z-t)^{n+1}}.$$

Da nun der Integrationsweg K_{c_h} eine geschlossene Curve ist und z ausserhalb derselben liegt, so verschwindet das erste Integral; man hat somit

$$R_h = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{c_h}} \frac{\psi(t) dt}{\varphi(t)(z-t)^{n+1}} = \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h)\Gamma(-n)} \cdot \frac{\Gamma(\mu_h)}{2i\pi} \int_{K_{c_h}} \frac{\frac{\psi(t)}{\varphi(t)} (t-c_h)^{\mu_h} (z-t)^{-n-1}}{(t-c_h)^{\mu_h}} dt.$$

In dieser letzten Darstellung ist die Function $\frac{\psi(t)}{\varphi(t)} (t-c_h)^{\mu_h} (z-t)^{-n-1}$ auf und innerhalb der geschlossenen Curve K_{c_h} durchaus synectisch, und man erhält nach der bekannten Cauchy'schen Formel 4), da hier μ_h ganz und positiv ist,

$$R_h = \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu_h)\Gamma(-n)} \left[D^{\mu_h - 1} \frac{\psi(t)(t-c_h)^{\mu_h}}{\varphi(t)(z-t)^{n+1}} \right]_{t=c_h},$$

was mit 118) übereinstimmt, hier jedoch zunächst nur für real $n < 0$ bewiesen ist. Man braucht aber nur nach z zu differenziren, um zu sehen, dass diese Darstellung von R_h für $n+1$ gilt, wenn sie für n gilt; sie gilt daher allgemein. Man kommt somit vollständig auf das unter 118) gefundene Resultat zurück, woran sich der Satz 119) knüpft.

Wir sehen also, dass sich die Vieldeutigkeit der Derivation auch aus den früher aufgestellten Definitionsgleichungen ergibt, sobald man sich z nicht mehr als festen Punkt, sondern unbeschränkt variabel denkt.

Wir werden diese Bemerkung dazu benützen, die Derivation einer algebraischen Function näher zu untersuchen.

6.

Es sei $f(z)$ eine s-werthige algebraische Function, deren Zweige die Werthe $f_1(z)$, $f_2(z) \ldots f_p(z) \ldots f_q(z) \ldots f_r(z) \ldots f_s(z)$ haben; die Punkte $c_0, c_1, \ldots c_h$ seien die Unendlichkeitspunkte mit den ganzen positiven Exponenten $\mu_0, \mu_1, \ldots \mu_h$ und die Punkte $e_0, e_1, \ldots e_k$ die Verzweigungspunkte, die auch zugleich Unendlichkeitspunkte (mit unganzen Exponenten) sein können. Die Verzweigungsschnitte ziehen wir von den Punkten $e_0, e_1, \ldots e_k$ sämmtlich nach dem Punkte a hin, und wenn die Variabele z einen solchen Verzweigungsschnitt überschreitet, so befindet sie sich jedesmal auf einem anderen Blatte, dem ein anderer Zweig der Function $f(z)$ zugehört.

Wenn wir von dem Zweige $f_p(z)$ ausgehen, also annehmen, z befinde sich ursprünglich auf dem p-ten Blatte, so ist

$$\overset{z}{D}{}^n_a f_p(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{f_j(t) dt}{(z-t)^{n+1}} \qquad \text{real } n < 0. \qquad 120)$$

Umläuft nun z den Punkt e_q einmal im positiven Sinne, so soll sich dann z auf dem q-ten Blatte befinden, also $f_p(z)$ in $f_q(z)$ übergehen. Man kann dann den Integrationsweg ersetzen durch eine von a aus um e_q gehende Schlinge K_{e_q}, die sich im p-ten Blatte befindet (und bei a nicht geschlossen ist), und einen darauffolgenden Zug az, der dem q-ten Blatte angehört, aber nirgends einen Ausnahmepunkt von $f(z)$ umläuft. Dann ist

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a f_p(z) \right\} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{e_q}} \frac{f_p(t) dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{f_q(t) dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

Umläuft in 120) z den Punkt e_g zweimal im positiven Sinne, so soll es sich dann im r-ten Blatte befinden und $f_r(z)$ der zugehörige Zweig der Function sein. Der Integrationsweg lässt sich dann ersetzen durch zwei Schlingen, die von a ausgehen und e_g je einmal im positiven Sinne umlaufen, wovon aber die erste Schlinge im p-ten Blatte, die zweite im q-ten Blatte ist, und eine darauffolgende Strecke az, die sich im r-ten Blatte befindet. Man hat dann

$$\left\{\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f_r(z)\right\} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{e_g}} \frac{f_p(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{e_g}} \frac{f_q(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{f_r(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

Umläuft jetzt z z. B. einen Unendlichkeitspunkt von ganzem positiven Exponenten, etwa den Punkt e_h, so bleibt es im r-ten Blatte, und zu den bisherigen Integrationen tritt noch eine um e_h gehende (geschlossene) Curve K_{e_h} hinzu, welche der Strecke az vorangeht; dann ist also

$$\left\{\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z)\right\} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{e_g}} \frac{f_p(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{e_g}} \frac{f_q(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{e_h}} \frac{f_r(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{f_r(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

Man übersieht augenblicklich, wie sich die Sache allgemein gestalten wird, wenn z beliebig viele Verzweigungspunkte e und beliebig viele Unendlichkeitspunkte e in beliebiger Anordnung beliebig oft umläuft.

Sind λ_{hk} beliebige ganze positive oder negative Zahlen und setzt man zur Abkürzung

121)
$$\begin{aligned} &\lambda_{h,1} f_1(z) + \lambda_{h,1} f_2(z) + \ldots + \lambda_{h,s} f_s(z) = \varphi_h(z) \\ &\lambda_{k,1} f_1(z) + \lambda_{k,2} f_2(z) + \ldots + \lambda_{k,s} f_s(z) = \varphi_k(z), \end{aligned}$$

so hat man allgemein

$$\left\{\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f_r(z)\right\} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^h{}' \int_{K_{e_h}} \frac{\varphi_h(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^k{}' \int_{K_{e_k}} \frac{\varphi_k(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{f_r(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}},$$

wobei angenommen ist, dass nach allen Umläufen z zuletzt auf dem p^1-ten Blatte ist. Setzt man noch

122)
$$\frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^h{}' \int_{K_{e_h}} \frac{\varphi_h(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} = R; \quad \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \sum_0^k{}' \int_{K_{e_k}} \frac{\varphi_k(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} = S$$

so kann man schreiben

123)
$$\left\{\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f_r(z)\right\} = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) + R + S$$

und man bemerkt leicht, dass dann diese Gleichung nicht nur für real $n < 0$, sondern auch für beliebige n gilt.

Die singulären Punkte c und e der algebraischen Function $f(z)$ sind hier stillschweigend alle im Endlichen liegend vorausgesetzt, so dass der Punkt $z = \infty$ für $f(z)$ ein gewöhnlicher Punkt ist. Eine Umkreisung des unendlich fernen Punktes geschieht bekanntlich auf die Weise, dass man die Variabele z auf der Peripherie eines hinreichend grossen Kreises, der alle singulären Punkte c und e einschliesst, einmal im entgegengesetzten Sinne herumführt. Macht nun in 120) z diese Bewegung, so bleibt es auf demselben Blatte, und die Wirkung ist dieselbe, als wenn es die einzelnen Punkte c und e jeden einmal im negativen Sinne umlaufen hätte, d. h. als wenn es die einzelnen Curven K_{c_h} und K_{e_k} jede, auf demselben Blatte, im negativen Sinne durchlaufen hätte. Dadurch erhält das Integral in 120) den Beitrag $R_\infty + S_\infty$, wo

$$R_\infty = -\frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^h{}' \int_{K_{e_h}} \frac{f_p(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}; \quad S_\infty = -\frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^k{}' \int_{K_{e_k}} \frac{f_p(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}.$$

R_∞ und S_∞ sind also von derselben Art wie R und S in 123). $z=\infty$ ist also auch ein Verzweigungspunkt der Derivation und die Art der Verzweigung ist schon in 123) mit enthalten. Die Sache ändert sich nicht wesentlich, wenn $z=\infty$ ein Unendlichkeitspunkt oder Verzweigungspunkt der Function $f(z)$ ist; auch dann gilt die Gleichung 123) noch, wenn man bei der Bildung von R und S bloss die im Endlichen liegenden singulären Punkte berücksichtigt, weil eine Umkreisung von $z=\infty$ sich wieder zurückführen lässt auf Umläufe um die im Endlichen liegenden singulären Punkte. Nimmt man hiezu die Bemerkung, dass jeder gewöhnliche (und im Endlichen liegende) Punkt der Function $f(z)$ wieder ein gewöhnlicher Punkt der Derivation ist, so hat man folgenden Satz: „Die Derivation einer algebraischen Function ist unendlich vieldeutig, ihre Verzweigungspunkte sind die im Endlichen liegenden Pole und Verzweigungspunkte der algebraischen Function, ausserdem noch $z=a$ und $z=\infty$. Das Verhalten in der Umgebung von a ist nach Gleichung 37) zu beurtheilen."

Bezüglich des Ausdruckes R in 122) ist zu bemerken, dass sich derselbe im Allgemeinen durch eine Summe von Differenzialquotienten ausdrücken lässt, ähnlich wie bei einer rationalen Function R_k in 118). Was jedoch den Ausdruck S anbelangt, so lässt sich derselbe zwar nicht durch Differenzialquotienten ausdrücken, wohl aber gelingt es häufig, ihn auf eine Summe von Derivationen zurückzuführen, deren untere Grenze a und deren obere Grenzen die e_k sind. Dieser Fall tritt namentlich dann ein, wenn die algebraische Function eine solche ist, dass ihre logarithmische Ableitung rational ist, oder, was dasselbe ist, wenn die Quotienten der einzelnen Zweige $f_1(z), f_2(z)\ldots$ constant sind.

7.

Wir wollen jetzt kurz die Derivation solcher Functionen betrachten, deren logarithmische Ableitung rational und echt gebrochen ist und in keinem Punkte von höherer als der ersten Ordnung unendlich wird. Eine solche Function hat die wesentliche Eigenschaft, dass sie sich in der ganzen Zahlenebene durch ein endliches Product von der Form $f(z)=\prod_k (z-g_k)^{p_k}$ darstellen lässt, wo die Exponenten p_k beliebig complexe Constanten sind und die Punkte g_k natürlich sämmtlich im Endlichen liegen; sie ist im Allgemeinen unendlich vielwerthig, die Quotienten der einzelnen Zweige sind aber Constante. Wir schreiben unsere Function in der Form

$$f(z)=\frac{[z^\nu]}{(z-c_0)^{\mu_0}(z-c_1)^{\mu_1}\ldots(z-c_k)^{\mu_k}(z-e_0)^{m_0}(z-e_1)^{m_1}\ldots(z-e_k)^{m_k}},$$

wobei die μ ganze positive, die m dagegen beliebige complexe Zahlen sind. Dann sind die Punkte c die Unendlichkeitspunkte mit ganzen positiven Exponenten (Pole), und die e die Verzweigungspunkte. Auf diese Function sind genau die Betrachtungen des vorigen Paragraphen anwendbar und es gilt auch namentlich die Formel 123), nämlich

$$\left\{\overset{z}{D}{}^n f(z)\right\}_1 = \overset{z}{D}{}^n f_1(z)+R+S.$$

Behufs Bildung der Ausdrücke R und S bemerke man, dass hier einfach $\varphi_k(z)=A_k f(z)$ und $\psi_k(z)=B_k f(z)$ ist, wo A_k und B_k gewisse Constanten sind, deren Werthe von der Art und Anzahl der Umläufe der Variabelen z um die Punkte c und e abhängen. Ferner sei $f_p(z)=e^{2p\pi i}f(z)$, wo p ebenfalls von diesen Umläufen abhängt, dann hat man, diesen Bemerkungen zufolge:

$$R=\frac{1}{\Gamma(-n)}\sum_0^k A_k\int_{K_{c_k}}\frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}}=\frac{2i\pi}{\Gamma(-n)}\sum_0^k\frac{A_k}{\Gamma(\mu_k)}\frac{\Gamma(\mu_k)}{2i\pi}\int_{K_{c_k}}\frac{f(t)(t-c_k)^{\mu_k}(z-t)^{-1}}{(t-c_k)^{\mu_k}}\,dt$$

$$=\frac{2i\pi}{\Gamma(-n)}\sum_0^k\frac{A_k}{\Gamma(\mu_k)}\cdot\left[D^{\mu_k-1}\frac{f(t)(t-c_k)^{\mu_k}}{(z-t)^{n+1}}\right]_{t=c_k},$$

wobei die Cauchy'sche Formel 4) angewendet wurde, und die Differentiation sich auf t bezieht, wofür nach Ausführung der Differentiation $t = c_h$ zu setzen ist. Ebenso hat man:

$$S = \frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^k B_k \int_{k_c} \frac{f(t)\,dt}{(z-t)^{n+1}} = \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)} \sum_0^k \frac{B_k}{\Gamma(m_k)} \cdot \frac{\Gamma(m_k)}{2i\pi} \int_{k_c} \frac{f(t)\,(t-e_k)^{m_k-1}\,(z-t)^{-n-1}}{(t-e_k)^{m_k-1}}$$

$$= \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)} \sum_0^k \frac{B_k}{\Gamma(m_k)} \cdot \overset{t=e_k}{D}{}^{m_k-1}_{t=a} \frac{f(t)(t-e_k)^{m_k}}{(z-t)^{n+1}};$$

wobei die Definitionsgleichung 29) angewendet wurde. Die Derivationen beziehen sich auf t und sind zwischen den Grenzen a und e_k zu nehmen, während z bei diesen Derivationen als constant zu betrachten ist. Wir haben also

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a f(z) \right\} = e^{-2i\pi\nu} \overset{z}{D}{}^n_a f(z) + \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)} \sum_0^h \frac{A_k}{\Gamma(\mu_k)} \cdot \left[D^{\mu_k-1} \frac{f(t)(t-c_k)^{\mu_k}}{(z-t)^{n+1}} \right]_{t=c_k}$$

$$+ \frac{1}{\Gamma(-n)} \sum_0^k \frac{B_k}{\Gamma(m_k)} \overset{t=e_k}{D}{}^{m_k-1}_{t=a} \frac{f(t)(t-e_k)^{m_k}}{(z-t)^{n+1}}.$$

Weil die Differentialquotienten nur specielle Fälle der Derivationen sind, und man stets für ganze positive Indices setzen kann

$$[D^{\mu_k-1} F(t)]_{(t=c_k)} = \overset{t=c_k}{D}{}^{\mu_k-1}_{t=a} F(t),$$

so kann man die vorletzte Gleichung etwas compendiöser schreiben, wenn man wieder

$$f(z) = \frac{[z^\nu]}{\Gamma(\nu)} \frac{}{(z-g_r)^{p_r}}$$

setzt, es ist nämlich dann

124) $$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a f(z) \right\} = e^{-i2p\tau} \overset{z}{D}{}^n_a f(z) + \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)} \sum_r \frac{C_r}{\Gamma(p_r)} \cdot \overset{t=g_r}{D}{}^{p_r-1}_{t=a} \frac{f(t)(t-g_r)^{p_r}}{(z-t)^{n+1}}.$$

Dadurch ist nun die Derivation einer solchen Function in Bezug auf ihre Vieldeutigkeit vollständig charakterisirt, und es wäre noch hinzuzufügen, dass ausser den Punkten g auch noch $z = \infty$ ein Verzweigungspunkt der Derivation ist, wie sich leicht durch ähnliche Überlegungen ergibt, wie im vorigen Paragraphen. Es haben nämlich auch hier Umkreisungen um $z = \infty$ dieselbe Wirkung wie gewisse gleichzeitige Umläufe um die einzelnen Punkte g. Das Verhalten im Punkte a ist hier wieder nach 37) zu beurtheilen. Wir haben also hier den Satz:

„Die Derivation einer Function der eben betrachteten Art hat ausser $z = a$ und $z = \infty$ noch eben so viele weitere Verzweigungspunkte als die Function Pole und Verzweigungspunkte besitzt; diejenigen Zweige, welche beim Umlaufen um die Pole der Function entstehen, sind durch gewisse Differentialquotienten, die Zweige aber, welche beim Umlaufen um die Verzweigungspunkte der Function entstehen, durch gewisse Derivationen ausdrückbar."

8.

Wenn eine Function $f(z)$ in der Umgebung des Ausnahmepunktes c die Darstellung gestattet

$$f(z) = \frac{1}{(z-c)^p} G_1(z-c),$$

unter $G_1(z-c)$ eine innerhalb eines gewissen um c geschlagenen Kreises convergente Potenzreihe von $z-c$ verstanden, so hat für denselben Bereich der ν-te Differentialquotient bekanntlich die Form

$$\overset{z}{D}^{\nu} f(z) = \frac{1}{(z-c)^{p+\nu}} \cdot G_2(z-c),$$

wo $G_2(z-c)$ innerhalb desselben Kreises convergirt wie $G_1(z-c)$. Zur Vervollständigung des Bisherigen müssen wir nun untersuchen, ob und in wiefern auch bei Derivationen ein analoger Satz gilt.

Wir betrachten zunächst die einfache Function $\frac{1}{(z-c)^p}$; dafür haben wir die Gleichung 114), welche, wie man sich leicht überzeugt, auch für beliebige λ gilt:

$$\overset{z}{D}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^p} = \frac{1}{\Gamma(-n)(z-c)^{p+n}(a-c)^{p-1}} \cdot \left[c' + \int \frac{(z-c)^{p+n-1}}{(z-a)^{n+1}}\, dz\right],$$

und hier entwickeln wir das Integral nach steigenden Potenzen von $z-c$. Man erhält zunächst

$$\overset{z}{D}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^p} = \frac{(-1)^{n+1}}{\Gamma(-n)(z-c)^{p+n}(a-c)^{p+n}} \left[c' + \frac{(z-c)^{n+p}}{n+p} + \binom{n+1}{1} \frac{(z-c)^{n+p+1}}{(n+p+1)(a-c)} + \binom{n+2}{2} \frac{(z-c)^{n+p+2}}{(n+p+2)(a-c)^2} + \cdots\cdots\right],$$

worin noch c' zu bestimmen ist. Für $z=a$ und real $n<0$ kommt man auf die Reihe

$$\frac{1}{n+p} + \binom{n+1}{1} \frac{1}{n+p+1} + \binom{n+2}{1} \frac{1}{n+p+2} + \cdots = \frac{\Gamma(n+p)\Gamma(-n)}{\Gamma(p)};$$

somit ist, da die Derivation in diesem Falle verschwindet,

$$c' = -(a-c)^{n+p} \cdot \frac{\Gamma(n+p)\Gamma(-n)}{\Gamma(p)};$$

wir haben also, und zwar für alle n die Entwicklung

$$\overset{}{D}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^p} = (-1)^n \left[\frac{\Gamma(n+p)}{\Gamma(p)(z-c)^{p+n}} - \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{(a-c)^{n+p}} \left\{\frac{1}{n+p} + \binom{n+1}{1} \frac{(z-c)}{(n+p+1)(a-c)} + \binom{n+2}{2} \frac{(z-c)^2}{(n+p+2)(a-c)^2} + \cdots\right\}\right],$$

welche unter der doppelten Voraussetzung gilt, dass $\operatorname{mod}(z-c) < \operatorname{mod}(a-c)$ und $p+n$ keine ganze negative Zahl ist. Wir wollen sie kurz in der Form schreiben

$$\overset{z}{D}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^p} = \frac{A}{(z-c)^{p+n}} + H(z-c), \tag{125}$$

wobei dann A eine gewisse Constante und $H(z-c)$ eine, innerhalb eines mit dem Radius $\operatorname{mod}(a-c)$ um c beschriebenen Kreises convergente Potenzreihe vorstellt. Ist aber $p+n$ eine ganze negative Zahl, so kommt in der obigen Entwicklung ein Logarithmus vor; wir schreiben dann für diesen Fall:

$$\overset{z}{D}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^p} = \frac{A l(z-c)}{(z-c)^{p+n}} + H(z-c);\ p+n \text{ ganz und negativ.} \tag{126}$$

Nun betrachten wir die allgemeinere Function

$$f(z) = \frac{1}{(z-c)^p} \cdot G(z-c), \tag{127}$$

worin $G(z-c)$ eine in der Umgebung von $z=c$ synectische Function bedeutet und beschreiben wir um c einen Kreis, der alle anderen Ausnahmepunkte von $f(z)$ ausschliesst, so ist dann $G(z-c)$ innerhalb dieses

Kreises nach ganzen positiven Potenzen von $z-c$ entwickelbar. Will man diese Functionen deriviren, so hat man zu unterscheiden, ob die untere Grenze a der Derivation innerhalb dieses Kreises liegt oder ausserhalb desselben.

Liegt z in unmittelbarer Nähe von c, und a innerhalb dieses Kreises, so darf man in der Gleichung

128) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} \frac{1}{(z-c)^p} \cdot G(z-c)$$

auf die rechte Seite sofort die Formel 48) anwenden, wenn man darin $\varphi_1(z)$ und $\varphi_2(z)$ beziehungsweise durch $G(z-c)$ und $\frac{1}{(z-c)^p}$ ersetzt; man erhält dann

$$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \binom{n}{0} G(z-c) \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} \frac{1}{(z-c)^p} + \binom{n}{1} G'(z-c) \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-1} \frac{1}{(z-c)^p} + \binom{n}{2} G''(z-c) \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-2} \frac{1}{(z-c)^p} + \cdots,$$

und wenn man für die Derivationen rechter Hand die unter 125) und 126) gefundenen Ausdrücke einsetzt, so ergibt sich daraus ein Resultat von der Form

129) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \frac{G_1(z-c)}{(z-c)^{p+n}} + G_2(z-c),$$

oder

129a) $$\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = \frac{G_1(z-c) l(z-c)}{(z-c)^{p+n}} + G_2(z-c). \qquad p+n \text{ ganz und negativ.}$$

Hiebei sind $G_1(z-c)$ und $G_2(z-c)$ Potenzreihen von $z-c$, deren Convergenzbereich sich bis an den Punkt a ausdehnt.

Liegt dagegen in 128) die untere Grenze a ausserhalb des Convergenzbereiches von $G(z-c)$, so lässt sich diese Derivation nach 61) in zwei Theile zerlegen, deren eine Theil eine Derivation ist mit der unteren Grenze b, die man innerhalb dieses Convergenzbereiches annehmen kann; dafür gelten dann die Formeln 129) und 129)$_a$ unmittelbar; der andere Theil ist aber ein bestimmtes Integral, das sich dann in der Umgebung von c nach ganzen positiven steigenden Potenzen von $z-c$ entwickeln lässt. Es bleibt also auch für diesen Fall das Resultat 129) und 129)$_a$ formell bestehen, nur dehnt sich der Convergenzbereich von $G_1(z-c)$ und $G_2(z-c)$ nicht mehr bis a aus, sondern nur bis zu jenem Ausnahmepunkte von $f(z)$, welcher dem Punkte c am nächsten liegt.

Die Gleichungen 127), 129) und 129)$_a$ enthalten folgenden Satz:

„Verhält sich eine Function $f(z)$ in der Nähe des Punktes c so wie $\frac{1}{(z-c)^p}$, so verhält sich deren Derivation in der Nähe dieses Punktes wie $\frac{1}{(z-c)^{p+n}}$ oder $\frac{l(z-c)}{(z-c)^{p+n}}$, jenachdem $p+n$ keine ganze negative Zahl ist, oder eine solche. p ist dabei vollständig willkürlich."

Das ist die Verallgemeinerung des Eingangs erwähnten, die Differentialquotienten betreffenden Satzes.

9.

Wir wenden uns nun noch zur Betrachtung der Derivation ganzer transscendenter Functionen. Dieselben sind bekanntlich durch immer convergente Potenzreihen darstellbar und auf sie können somit die Formeln 49) und 53) ohne Weiteres angewandt werden. Man erhält dadurch die beiden Entwicklungen

130) $$\left.\begin{aligned} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) &= -\frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{(z-a)^n} \left[\frac{f(z)}{n} - \frac{f'(z)}{n-1} \frac{z-a}{1} + \frac{f''(z)}{n-2} \frac{(z-a)^2}{1.2} - \cdots \right] \\ \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) &= -\frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{(z-a)^n} \cdot \left[\frac{f(a)}{n} + \frac{f'(a)}{n(1-n)} (z-a) + \frac{f''(a)}{n(1-n)(2-n)} (z-a)^2 + \cdots \right], \end{aligned}\right.$$

die für jedes z und a gelten, weil beide Reihen immer convergiren.

Man hat also unmittelbar den Satz:

„Die Derivation einer transscendenten ganzen Function ist demnach wieder eine transscendente ganze Function, dividirt durch $(z-a)^{n}$.“ [Vgl. den Satz in Paragraph 1. dieses Capitels].

Vergleicht man die in 130) rechter Hand vorkommenden Reihen, so hat man, indem man $a, z, -n$ beziehungsweise durch u, v, n ersetzt, bei Anwendung von Summenzeichen folgende interessante Gleichung

$$\sum_{0}^{\infty} \frac{f^{h}(v)}{n+h} \cdot \frac{(u-v)^{h}}{1.2\ldots h} = \sum_{0}^{\infty} \frac{f^{h}(u)(v-u)^{h}}{n(n+1)\ldots(n+h)}, \tag{131}$$

welche (f als transscendente ganze Function vorausgesetzt) für alle u, v und n besteht, ausgenommen, dass n eine ganze negative Zahl ist, wo beide Seiten unendlich werden. [Ist jedoch f keine ganze transscendente, sondern eine beliebige Function, so kann diese Gleichung 131) natürlich nur mehr für solche Werthe von u und v bestehen, dass beide Reihen gleichzeitig convergiren. Die Grösse n bleibt aber immer noch willkürlich.]

10.

Alle bisher betrachteten Functionen haben zu dem Ergebnisse geführt, dass die Derivation solcher Functionen ausser $z=a$ und $z=\infty$ noch ebenso viele weitere Unstetigkeitspunkte besitzt, als die gegebene Function derer im Endlichen hat, und dass der allgemeinste Werth der Derivation sich aus der eindeutig genommenen Derivation (die für $z=a$ und real $n<0$ verschwindet) und gewissen zugehörigen Zweigen linear mit constanten Coefficienten zusammensetzt.

Dieser Satz gilt nun allgemein für solche Functionen, die im Endlichen, nach der Bezeichnung des Paragraphen 4, Capitel I blos Unstetigkeiten erster Art besitzen, d. h. solche Unstetigkeitspunkte c, für welche sich eine Zahl p von der Beschaffenheit fixiren lässt, dass für alle Annäherungsrichtungen

$$\operatorname{Lim}\left[(t-c)^{p+\delta} f(t)\right]_{t=c} = 0;\ \operatorname{Lim}\left[(t-c)^{p-\delta} f(t)\right]_{t=c} = \infty,$$

unter δ eine beliebig kleine positive Grösse verstanden.

Denn man sieht leicht ein, dass in der Gleichung

$$\overset{z}{D}{}^{n}_{a} f(z) = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{a}^{z} \frac{f(t)\,dt}{(t-z)^{n+1}}$$

zu Unstetigkeitspunkten der Derivation ausser $z=a$ und $z=\infty$ eben nur die Unstetigkeitspunkte der Function $f(t)$ Anlass geben, und dass der allgemeinste Werth der Derivation gefunden wird, wenn man rechter Hand den Integrationsweg als eine beliebige Curve voraussetzt. Diese beliebige Curve lässt sich dann ersetzen durch die Strecke az, welche keine Unstetigkeitspunkte von $f(t)$ durch- oder umläuft, der aber gewisse, in a beginnende und solche Unstetigkeitspunkte umlaufende Schlingen vorangehen. Diese Schlingen schliessen den Punkt z allemal aus, daher besteht der allgemeinste Werth der Derivation solcher Functionen aus der eindeutig genommenen Derivation und einer Summe von Curvenintegralen, die in Bezug auf z (bis auf die Irrationalität $e^{-2in\pi}$) durchaus eindeutig sind.

Bei solchen Functionen können dann auch in a nur Unstetigkeiten erster Art auftreten und die Unstetigkeit der Derivation in a ist dann ein für allemal durch die Gleichung 37) characterisirt. Indem wir nun die Derivation solcher Functionen, die Unstetigkeitspunkte zweiter Art aufweisen, hier nicht mehr betrachten, gehen wir gleich zu Beispielen für das Bisherige über, wobei sich auch von selbst Anwendungen auf lineare Differentialgleichungen darbieten werden.

V.

Beispiele. Anwendung auf lineare Differentialgleichungen.

1.

Die rationale Function

$$f(z) = \frac{1}{1+z^2} = \frac{i}{2}\cdot\frac{1}{z+i} - \frac{i}{2}\cdot\frac{1}{z-i}$$

hat die beiden Pole $z=-i$ und $z=+i$; man hat demnach für dieselbe nach Formel 119)

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} \right\} = {}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} + \lambda_0 R_0 + \lambda_1 R_1;$$

wobei die λ gewisse Zahlen sind, während man für die R nach 118) findet:

$$R_0 = \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)}\cdot\left[\frac{t+i}{(1+t^2)(z-t)^{n+1}}\right]_{t=-i} = -\frac{\pi}{\Gamma(-n)(z+i)^{n+1}}$$

$$R_1 = \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)}\left[\frac{t-i}{(1+t^2)(z-t)^{n+1}}\right]_{t=+i} = \frac{\pi}{\Gamma(-n)(z-i)^{n+1}}.$$

Sonach ist jetzt

132) $$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} \right\} = {}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} + \frac{\lambda_0\pi}{\Gamma(-n)(z+i)^{n+1}} + \frac{\lambda_1\pi}{\Gamma(-n)(z-i)^{n+1}}.$$

Für $n=-1$ gibt diese Gleichung das bekannte Resultat von der unendlichen Vieldeutigkeit der Function arc tang z.

Die rechter Hand stehende Derivation

$${}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} = \frac{i}{2}\,{}_a^z D^n \frac{1}{z+i} - \frac{i}{2}\,{}_a^z D^n \frac{1}{z-i},$$

welche eindeutig zu nehmen ist, erlaubt mittelst Formel 110) die Darstellung

133) $${}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} = \frac{i}{2\Gamma(-n)(z+i)^{n+1}}\left[c_1 + \int \frac{(z+i)^n}{(z-a)^{n+1}}dz\right] - \frac{i}{2\Gamma(-n)(z-i)^{n+1}}\left[c_2 + \int \frac{(z-i)^n}{(z-a)^{n+1}}dz\right],$$

die für alle n giltig ist. Wollte man diese Derivation in (stets convergente) Reihen entwickelt haben, so könnte man die Gleichungen 95), 96), 100), 102), 103) und 104) sofort dazu benützen, wenn man darin z und a beziehungsweise durch $z\mp i$ und $a\mp i$ ersetzte. Wir wollen es unterlassen, solche Reihen explicite herzuschreiben, dagegen wollen wir für diese Derivation eine lineare Differentialgleichung mit ganzen rationalen Coefficienten zu gewinnen suchen. Haben wir eine solche Differentialgleichung von möglichst niedriger Ordnung gefunden, der

$${}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2}$$

als Function von z betrachtet, genügt, so muss derselben auch, wegen der Eindeutigkeit ihrer Coefficienten, der allgemeine, dreigliedrige Ausdruck 132)

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{1+z^2} \right\}$$

genügen, und zwar vorerst nur für gewisse λ, dann auch überhaupt für beliebige λ. Wir schliessen daraus, dass eine solche Differentialgleichung, weil ihre Lösung zwei Constante hat, nothwendig von der zweiten Ordnung ist; weiter kann man noch sagen, dass sie nicht homogen sein wird; den homogenen Theil dieser Differentialgleichung, gleich Null gesetzt, werden aber die mit λ_0 und λ_1 multiplicirten Ausdrücke einzeln befriedigen.

Die verlangte Differentialgleichung wirklich zu bilden hat nun nicht die mindeste Schwierigkeit, wir kennen ja schon ihre Lösung 132), statt der man auch 133) nehmen kann, wenn man unter c_1 und c_2 jetzt beliebige Constante versteht.

Setzt man in 133) zur Abkürzung

$$c_1+\int\frac{(z+i)^n}{(z-a)^{n+1}}dz=J_1;\qquad c_2+\int\frac{(z-i)^n}{(z-a)^{n+1}}dz=J_2,$$

so lautet diese Gleichung

$$\overset{z}{D}{}^n_a\frac{1}{1+z^2}=\frac{i}{2\,\Gamma(-n)(z+i)^{n+1}}J_1-\frac{i}{2\,\Gamma(-n)(z-i)^{n+1}}J_2$$

und durch zweimalige Differentiation erhält man daraus

$$\overset{z}{D}{}^{n+1}_a\frac{1}{1+z^2}=\frac{i}{2\,\Gamma(-n-1)(z+i)^{n+2}}J_1-\frac{i}{2\,\Gamma(-n-1)(z-i)^{n+2}}J_2+\frac{1}{\Gamma(-n)(1+z^2)(z-a)^{n+1}}$$

$$\overset{z}{D}{}^{n+2}_a\frac{1}{1+z^2}=\frac{i}{2\,\Gamma(-n-2)(z+i)^{n+3}}J_1-\frac{i}{2\,\Gamma(-n-2)(z-i)^{n+3}}J_2+\frac{(3n+5)z^2-a(n+2)z+n+1}{\Gamma(-n)(1+z^2)^2(z-a)^{n+2}}.$$

Eliminirt man aus diesen drei Gleichungen die beiden Integrale J_1 und J_2, so erhält man nach einiger Reduction:

$$(1+z^2)\overset{z}{D}{}^{n+2}_a\frac{1}{1+z^2}+2(n+2)z\overset{z}{D}{}^{n+1}_a\frac{1}{1+z^2}+(n+1)(n+2)\overset{z}{D}{}^{n}_a\frac{1}{1+z^2}=\frac{1}{\Gamma(-n-1)(z-a)^{n+2}}\qquad 134)$$

als verlangte Differentialgleichung. Wir wollen dieselbe auch noch auf einem anderen sehr einfachen Wege herleiten, der die Kenntniss der explicite hingeschriebenen Lösung 133) nicht voraussetzt.

Setzt man nämlich zur Abkürzung

$$\frac{1}{1+z^2}=\omega,$$

so hat man daraus

$$(1+z^2).\omega=1.$$

Derivirt man nun diese Gleichung nach der Formel 48) zum Index $n+2$, indem man in letzterer $\varphi_1(z)$, $\varphi_2(z)$ und n beziehungsweise durch $1+z^2$, ω, $n+2$ ersetzt, so erhält man unmittelbar

$$(1+z^2)\overset{z}{D}{}^{n+2}_a\omega+2(n+2).z.\overset{z}{D}{}^{n+1}_a\omega+(n+1)(n+2)\overset{z}{D}{}^{n}_a\omega=\overset{z}{D}{}^{n+2}_a(1);$$

wird hierin linker Hand für ω der Werth $\frac{1}{1+z^2}$ gesetzt und rechter Hand die Constante 1 nach 39) derivirt, so wird diese Gleichung mit 134) identisch. Setzt man in 134)

$$\overset{z}{D}{}^{n}_1\frac{1}{1+z^2}=\gamma,$$

so hat man

$$(1+z^2)\frac{d^2\gamma}{dz^2}+2(n+2)z\frac{d\gamma}{dz}+(n+1)(n+2)\gamma=\frac{1}{\Gamma(-n-1)(z-a)^{n+2}},\qquad 135)$$

zu welcher Differentialgleichung nach dem Vorhergehenden die Lösung

$$\gamma=\overset{z}{D}{}^{n}_a\frac{1}{1+z^2}+\frac{c_1}{(z+i)^{n+1}}+\frac{c_2}{(z-i)^{n+1}}\qquad 136)$$

gehört. Zur homogenen Differentialgleichung

137) $$(1+z^2)\frac{d^2\psi}{dz^2}+2(n+2)z\frac{d\psi}{dz}+(n+1)(n+2)\psi=0$$

gehört demnach die Lösung

138) $$\psi=\frac{c_1}{(z+i)^{n+1}}+\frac{c_2}{(z-i)^{n+1}}, \qquad n\gtrless -1$$

wo nur der Fall $n=-1$ ausgeschlossen ist. In diesem Falle wird aber 135) selbst homogen, daher ist nach 136) hiefür

138a) $$\psi=c_1 \operatorname{arc\,tang} z+c_2 \qquad n=-1.$$

Ferner lässt sich aus 135) eine homogene Differentialgleichung dritter Ordnung bilden, und deren Lösung vollständig angeben. Differenzirt man nämlich 135) einmal nach z und eliminirt man hierauf die rechte Seite, so hat man, χ für φ schreibend,

139) $$\begin{cases}(1+z^2)(z-a)\frac{d^3\chi}{dz^3}+[(3n+8)z^2-2a(n+3)z+n+2]\frac{d^2\chi}{dz^2}+(n+2)(3n+7)z-(n+3)a]\frac{d\chi}{dz}\\ +(n+1)(n+2)^2\chi=0.\end{cases}$$

Hievon lautet die Lösung

140) $$\chi=c_1\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^n\frac{1}{1+z^2}+\frac{c_2}{(z+i)^{n+1}}+\frac{c_3}{(z-i)^{n+1}},$$

ausgenommen die Fälle $n=-1, 0, +1, 2, 3\ldots$, wo sich diese drei Particularlösungen auf blos zwei reduciren.

Wir wollen nun auch diese drei Ausnahmsfälle erledigen.

Im Falle $n=-1$ reduciren sich von den drei Particularlösungen, die wir folgeweise mit χ_1, χ_2 und χ_3 bezeichnen wollen, χ_2 und χ_3 auf Constanten. Wir setzen demnach $n=-1-\delta$, also

$$\chi_2=(z+i)^{\delta}; \qquad \chi_3=(z-i)^{\delta}.$$

Dann ist

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{i}{2}\frac{\chi_2-\chi_3}{\delta}\right]_{\delta=0}=\operatorname{arc\,tang} z$$

eine neue Particularlösung, die wir statt χ_2 nehmen können. Jetzt können wir die drei Particularlösungen schreiben:

$$\chi_1=\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{-1-\delta}\frac{1}{1+z^2}; \qquad \chi_2=\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{-1}\frac{1}{1+z^2}; \qquad \chi_3=1.$$

Drückt man diese Derivationen durch das bestimmte Integral 65) aus, nämlich

$$\chi_1=\frac{1}{\Gamma(1+\delta)}\int_a^z\frac{dt}{(1+t^2)(z-t)^{-\delta}}; \qquad \chi_2=\frac{1}{\Gamma(1)}\int_a^z\frac{dt}{1+t^2};$$

und bildet man

$$\chi_1-\frac{\chi_2}{\Gamma(1+\delta)}=\frac{1}{\Gamma(1+\delta)}\int_a^z\frac{dt}{1+t^2}\left[\frac{(z-t)^{\delta}-1}{\delta}\right],$$

so erhält man durch Grenzübergang für $\delta=0$ die neue Particularlösung

$$\int_a^z\frac{l(z-t)\,dt}{1+t^2},$$

die wir statt χ_1 nehmen. Wir haben somit die Lösung

$$\chi = c_1 \int_a^z \frac{l(z-t)\,dt}{1+t^2} + c_2 \operatorname{arc\,tang} z + c_3 \qquad n = -1. \tag{140a}$$

Etwas einfacher gestaltet sich die Sache für $n = 0, 1, 2, \ldots$; in diesen Fällen wird in 140) χ_1 linear abhängig von χ_2 und χ_3. Bezeichnet ν eine ganze positive Zahl oder auch Null, so setzen wir $n = \nu - \delta$ und

$$\chi_1 = {}_a^z D^{\nu-\delta} \frac{1}{1+z^2}; \quad \chi' = {}_a^z D^{\nu} \frac{1}{1+z^2}; \quad \chi_2 = \frac{1}{(z+i)^{\nu+1}}; \quad \chi_3 = \frac{1}{(z-i)^{\nu+1}}.$$

Drückt man diese Derivationen durch das Curvenintegral 29) aus, so hat man:

$$\chi_1 = \frac{\Gamma(\nu-\delta+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{(t-z)^{\delta}\,dt}{(1+t^2)(t-z)^{\nu+1}}; \quad \chi' = \frac{\Gamma(\nu+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{dt}{(1+t^2)(t-z)^{\nu+1}},$$

worin, wie gewöhnlich, der Integrationsweg K_z von a ausgehend um z eine Schlinge bildet, die die Punkte $\pm i$ ausschliesst. Bildet man nun

$$\frac{\chi_1 - \dfrac{\Gamma(\nu-\delta+1)}{\Gamma(\nu+1)}\chi'}{\delta} = \frac{\Gamma(\nu-\delta+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{dt}{(1+t^2)(t-z)^{\nu+1}} \left[\frac{(t-z)^{\delta}-1}{\delta} \right],$$

so erhält man daraus durch Grenzübergang für unendlich abnehmende δ die neue Particularlösung

$$\frac{\Gamma(\nu+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{l(t-z)\,dt}{(1+t^2)(t-z)^{\nu+1}},$$

die man statt χ_1 nehmen kann; es lautet dann die vollständige Lösung von 139):

$$\chi = c_1 \int_{K_z} \frac{l(t-z)\,dt}{(1+t^2)(t-z)^{\nu+1}} + \frac{c_2}{(z+i)^{\nu+1}} + \frac{c_3}{(z-i)^{\nu+1}} \qquad n = \nu. \tag{140b}$$

Somit erscheint die Differentialgleichung 139) unter allen Umständen gelöst.

Genau dieselben Betrachtungen, die wir in diesem Paragraphe auf die Function $\frac{1}{1+z^2}$ anwendeten, lassen sich auch auf die Function $\frac{1}{(z-b)(z-c)}$ anwenden, wodurch man auch etwas allgemeinere Resultate erhält.

2.

Die zweiwerthige algebraische Function

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{1-z^2}},$$

deren Verzweigungspunkte $z = \pm 1$ sind, liefert bei einer einmaligen Umkreisung um den Punkt $+1$ im positiven Sinne (vergl. Paragraph 6 des vorigen Kapitels)

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\} = - {}_a^z D^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{+1}} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}},$$

und bei nochmaliger Umkreisung im selben Sinne

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\} = + {}_a^z D^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{+1}} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} - \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{+1}} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}}$$

$$= {}_a^z D^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}.$$

Zwei Umläufe nach einander um den Punkt $+1$ geben demnach dasselbe, wie kein Umlauf; und allgemeiner, eine ungerade Anzahl von Umläufen um den Punkt $+1$ im selben Sinne hat die Wirkung eines einzigen Umlaufes, eine gerade Anzahl von solchen Umläufen hat dagegen gar keine Wirkung. Dasselbe gilt auch bezüglich des Punktes -1. Soll daher von Umläufen um diese Punkte überhaupt die Rede sein, so muss deren Anzahl um jeden dieser Punkte eine ungerade sein, die wir $=1$ annehmen können. Der allgemeinste Weg, den die Variabele z beschreiben kann, besteht demnach aus aufeinanderfolgenden einmaligen Umläufen abwechselnd um die Punkte $+1$ und -1. Hiebei sind aber zwei Fälle zu unterscheiden: Hört man mit Umkreisungen um den Punkt -1 auf, so ist $f(z)=+\frac{1}{\sqrt{1-z^2}}$ geworden und jeder Punkt ist gleich oft umlaufen worden. Daher ist

$$\left\{ \overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\} = \overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{\lambda}{\Gamma(-n)} \int_{K+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} - \frac{\lambda}{\Gamma(-n)} \int_{K-1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}},$$

wo λ eine beliebige ganze Zahl ist. Hört man dagegen mit Umkreisungen um den Punkt $+1$ auf, so ist

$$\left\{ \overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\} = -\overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{\lambda+1}{\Gamma(-n)} \int_{K+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} - \frac{\lambda}{\Gamma(-n)} \int_{K-1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}}.$$

Zu untersuchen wäre noch, wie sich die Sache gestaltet, wenn man umgekehrt verfährt, d. h. zuerst den Punkt -1, dann den Punkt $+1$ u. s. f. umläuft; thut man dies aber, so kommt man wieder auf diese beiden Formeln zurück, nur steht dann $-\lambda$ statt λ.

Die beiden rechter Hand vorkommenden Curvenintegrale, die wir vorübergehend mit J_{+1} und J_{-1} bezeichnen wollen, sind Derivationen nach t zwischen den Grenzen a und ± 1. Nämlich

$$J_{+1} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} = \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{2i\pi} \int_{K+1} \frac{1}{\sqrt{t+1}(z-t)^{n+1}} \frac{dt}{\sqrt{(t-1)^1}}$$

$$= \frac{2\pi}{\Gamma(-n)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \cdot \overset{t=1}{D}_{t=a}^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{\sqrt{t+1}(z-t)^{n+1}},$$

und analog ist

$$J_{-1} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K-1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} = \frac{2\pi}{\Gamma(-n)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \cdot \overset{t=-1}{D}_{t=a}^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{\sqrt{t-1}(z-1)^{n+1}}.$$

Drückt man dieselben nach 65) durch das bestimmte Integral aus, so ist weiter

$$J_{+1} = \frac{2}{\Gamma(-n)} \int_a^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}}; \quad J_{-1} = \frac{2}{\Gamma(-n)} \int_a^{-1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}}.$$

Daher ist

$$\lambda J_{+1} - \lambda J_{-1} = \frac{2\lambda}{\Gamma(-n)} \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}}.$$

Führt man das in die obigen Gleichungen ein, so resultirt

141)
$$\begin{cases} \left\{ \overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\} = \overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{2\lambda}{\Gamma(-n)} \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} \\ \left\{ \overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\} = -\overset{z}{D}_a^n \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{2}{\Gamma(-n)} \int_a^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}} + \frac{2\lambda}{\Gamma(-n)} \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^{n+1}}, \end{cases}$$

wobei die Integrationen nach t nunmehr eindeutig zu nehmen sind. Für $n=-1$ hat man wieder ein bekanntes Resultat.

Um eine lineare Differentialgleichung für diese Derivation herzuleiten, werden wir uns einer Methode bedienen, die auch im Folgenden fast ausschliesslich zur Geltung kommen wird. Handelt es sich nämlich allgemein darum, eine lineare Differentialgleichung mit ganzen rationalen Coëfficienten für $\overset{z}{D}_a^{\prime} f(z)$ aufzustellen, so bilde man vorerst eine lineare homogene Differentialgleichung mit ganzem rationalen Coëfficienten, welcher $f(z)$ genügt, und derivire dann diese Differentialgleichung, wobei die Formeln 48), 62) und 64) zur Anwendung zu kommen haben, dann hat man unmittelbar die verlangte Differentialgleichung für $\overset{z}{D}_a^{n} f(z)$.

Im vorliegenden Falle hat man also zuerst die Differentialgleichung für

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}$$

zu bilden, dieselbe lautet

$$(1-z^2)\frac{d\omega}{dz} - z\omega = 0$$

oder

$$(1-z^2)\omega' - z\omega = 0.$$

Derivirt man nun diese Differentialgleichung, so hat man unter Benützung von 48)

$$(1-z^2)\overset{z}{D}_a^{n}\omega' - 2nz\overset{z}{D}_a^{n-1}\omega' - n(n-1)\overset{z}{D}_a^{n-2}\omega'$$
$$-z\overset{z}{D}_a^{n}\omega - n\overset{z}{D}_a^{n-1}\omega = 0,$$

wobei a und n beliebig sind. Weiter ist nach 62):

$$\overset{z}{D}_a^{n}\omega' = \overset{z}{D}_a^{n+1}\omega - \frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-a^2}(z-a)^{n+1}}$$
$$\overset{z}{D}_a^{n-1}\omega' = \overset{z}{D}_a^{n}\omega - \frac{1}{\Gamma(1-n)}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-a^2}(z-a)^{n}}$$
$$\overset{z}{D}_a^{n-2}\omega' = D^{n-1}\omega - \frac{1}{\Gamma(2-n)}\cdot\frac{1}{\sqrt{1-a^2}(z-a)^{n-1}},$$

und durch Einführung dieser Werthe geht die derivirte Differentialgleichung über in

$$(1-z^2)\overset{z}{D}_a^{n+1}\omega - (2n+1)z\overset{z}{D}_a^{n}\omega - n^2\overset{z}{D}_a^{n-1}\omega = \frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{\sqrt{1-a^2}}{(z-a)^{n+1}}.$$

Setzt man zur Abkürzung

$$\overset{z}{D}_a^{n-1}\omega = \overset{z}{D}_a^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}} = \varphi,$$

so lautet also die Differentialgleichung

$$(1-z^2)\frac{d^2\varphi}{dz^2} - (2n+1)z\frac{d\varphi}{dz} - n^2\varphi = \frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{\sqrt{1-a^2}}{(z-a)^{n+1}}, \qquad 142)$$

zu welcher, vermöge der Herleitung,

$$\varphi = \overset{z}{D}_a^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}}$$

ein Integral ist. Daher ist auch

$$\varphi = \left\{ \overset{z}{D}_{a}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} \right\}$$

ein Integral derselben, was nach 141) nur möglich ist, wenn der Ausdruck

$$\psi_0 = \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n}$$

der homogenen Differentialgleichung

143) $$(1-z^2)\frac{d^2\psi}{dz^2} - (2n+1)z\frac{d\psi}{dz} - n^2\psi = 0$$

genügt. Setzt man in 142) $a = \pm 1$, so erhält man dieselbe homogene Differentialgleichung 143), von dieser sind somit auch

$$\psi_1 = \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}; \qquad \psi_2 = \overset{z}{D}_{-1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}$$

Particularlösungen. Diese drei Particularlösungen ψ_0, ψ_1 und ψ_2 sind, wie es auch sein muss, nach 61) von einander linear abhängig, wir können somit als vollständige Lösung von 143) die folgende nehmen:

144) $$\psi = c_1 \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + c_2 \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n},$$

dann lautet aber die vollständige Lösung von 142):

145) $$\varphi = \overset{z}{D}_{a}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + c_1 \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + c_2 \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n}.$$

Aus 142) lässt sich ferner ebenfalls durch nochmalige Differentiation eine homogene Differentialgleichung dritter Ordnung bilden und vollständig lösen, nämlich, wenn man χ statt φ schreibt:

146) $$\left\{ \begin{aligned} (1-z^2)(z-a)\frac{d^3\chi}{dz^3} - [(3n+4)z^2 - (2n+3)az - n - 1]\frac{d^2\chi}{dz^2} - (n+1)[(3n+2)z - (n+1)a]\frac{d\chi}{dz} \\ - n^2(n+1)\chi = 0. \end{aligned} \right.$$

Die Lösung hievon lautet

147) $$\chi = c_1 \overset{z}{D}_{a}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + c_2 \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + c_3 \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n},$$

ausgenommen die Fälle $a = \pm 1$ oder $n = 1, 2, 3 \ldots$, wo sich die drei Particularlösungen auf blos zwei reduciren.

Im Falle $a = +1$ nehmen wir vorerst

$$\chi_1 = \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}; \quad \chi_2 = \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}}; \quad \chi_3 = \int_{-1}^{+1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n},$$

dann ist nach 61)

$$\chi_1 = \overset{z}{D}_{1}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{1-z^2}} + \frac{1}{\Gamma(1-n)} \int_{1-\varepsilon}^{1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n} = \chi_2 + \frac{1}{\Gamma(1-n)} \int_{1-\varepsilon}^{1} \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^n}.$$

Bildet man nun

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{\chi_1-\chi_2}{\sqrt{\delta}}\right]_{(\delta=0)}=\frac{1}{\Gamma(1-n)\sqrt{2}}\frac{1}{(z-1)^n},$$

so hat man offenbar eine neue Particularlösung, die wir statt χ_1 nehmen; sie lautet, abgesehen von constanten Factoren:

$$\chi_1=\frac{1}{(1-z)^n}.$$

Somit hat man in diesem Falle statt 147):

$$\chi=\frac{c_1}{(1-z)^n}+c_2\overset{z}{D}_1^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}}+c_3\int_1^{+1}\frac{dt}{\sqrt{1-t^2}\,(z-t)^n} \qquad a=+1. \qquad 147a)$$

Ist in 146) $a=-1$, so nehme man

$$\chi_1=\overset{z}{D}_{-1}^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}};\qquad \chi_2=\overset{z}{D}_{-1}^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-t^2}};\qquad \chi_3=\int_{-1}^{+1}\frac{dt}{\sqrt{1-z^2}(z-t)^n};$$

man findet dann nach derselben Methode aus

$$\operatorname{Lim}\left[\frac{\chi_1-\chi_2}{\sqrt{\delta}}\right]_{(\delta=0)}$$

die Particularlösung

$$\chi_1=\frac{1}{(1+z)^n},$$

so dass jetzt ist:

$$\chi=\frac{c_1}{(1+z)^n}+c_2\overset{z}{D}_1^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}}+c_3\int_1^{+1}\frac{dt}{\sqrt{1-t^2}\,(z-t)^n} \qquad a=-1. \qquad 147b)$$

Ist endlich in 146) n eine ganze positive Zahl $=\nu$, so setze man

$$\chi_1=\overset{z}{D}_a^{\nu-\delta-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}};\qquad \chi_2=\overset{z}{D}_a^{\nu-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}};\qquad \chi_3=\int_{-1}^{+1}\frac{dt}{\sqrt{1-t^2}\,(z-t)^\nu}$$

und drücke die Derivationen durch das Curvenintegral 29) aus:

$$\chi_1=\frac{\Gamma(\nu-\delta)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{(t-z)^\delta\,dt}{\sqrt{1-t^2}(t-z)^\nu};\qquad \chi_2=\frac{\Gamma(\nu)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(t-z)^\nu}.$$

Bildet man dann den Ausdruck

$$\frac{\chi_1-\dfrac{\Gamma(\nu-\delta)}{\Gamma(\nu)}\chi_2}{\delta}=\frac{\Gamma(\nu-\delta)}{2i\pi}\int_{K_z}\frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^\nu}\left[\frac{(t-z)^\delta-1}{\delta}\right],$$

so gibt der Grenzübergang für $\delta=0$ die neue Particularlösung, die wir statt χ_1 nehmen,

$$\chi_1=\int_{K_z}\frac{l(t-z)\,dt}{\sqrt{1-t^2}(t-z)^\nu}.$$

Es kommt somit für diesen Fall statt 147):

$$\chi=c_1\int_{K_z}\frac{l(t-z)\,dt}{\sqrt{1-t^2}(t-z)^\nu}+c_2\overset{z}{D}_1^{n-1}\frac{1}{\sqrt{1-z^2}}+c_3\int_{-1}^{+1}\frac{dt}{\sqrt{1-t^2}(z-t)^\nu}; \qquad n=\nu \qquad 147c)$$

der Integrationsweg K_z hat, wie gewöhnlich, von a auszugehen und eine Schlinge um z zu bilden, die die Punkte $t=\pm1$ ausschliesst.

Demnach ist die Lösung von 146) unter allen Umständen durchgeführt.

3.

Die Function

$$f(z) = \frac{1}{(z-c)^p},$$

wo p eine beliebige complexe Zahl bedeute, hat den im Endlichen liegenden singulären Punkt $z = c$ und ist eine der im Paragraph 7 des vorigen Kapitels behandelten Functionen, weil ihre logarithmische Ableitung rational ist. Für einen einmaligen Umlauf der Variabelen z um den Punkt c im positiven Sinne hat man

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} \right\} = e^{-2ip\pi} {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_c} \frac{dt}{(t-c)^p (z-t)^{n+1}};$$

für einen zweimaligen Umlauf dagegen

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} \right\} = e^{-4ip\pi} {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} + \frac{1+e^{-2ip\pi}}{\Gamma(-n)} \int_{K_c} \frac{dt}{(t-c)^p (z-t)^{n+1}},$$

und ebenso für einen h-maligen Umlauf

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} \right\} = e^{-2ihp\pi} \cdot {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} + \frac{1+e^{-2ip\pi} + \ldots + e^{2i(h-1)p\pi}}{\Gamma(-n)} \int_{K_c} \frac{dt}{(t-c)^p (z-t)^{n+1}}$$

$$= e^{-2ihp\pi} {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} + \frac{e^{-i(h-1)p\pi}}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{\sin ph\pi}{\sin p\pi} \cdot \int_{K_c} \frac{dt}{(t-c)^p (z-t)^{n+1}}.$$

Das letzte Integral ist aber eine Derivation, nämlich

$$\int_{K_c} \frac{dt}{(t-c)^p (z-t)^{n+1}} = \frac{2i\pi}{\Gamma(p)} \cdot \frac{\Gamma(p)}{2i\pi} \int_{K_c} \frac{(z-t)^{-n-1} dt}{(t-c)^p} = \frac{2i\pi}{\Gamma(p)} {}_{t=a}^{t=c} D^{p-1} \frac{1}{(z-t)^{n+1}},$$

somit ist schliesslich

148) $$\left\{ {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} \right\} = e^{-2ihp\pi} {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} + \frac{2i\pi}{\Gamma(p)} \frac{e^{-i(h-1)p\pi}}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{\sin ph\pi}{\sin p\pi} {}_{t=a}^{t=c} D^{p-1} \frac{1}{(z-t)^{n+1}}.$$

Ist p ganz und positiv $= \lambda + 1$, so geht diese Gleichung in die unter 115) angegebene über.

Als lineare Differentialgleichung erster Ordnung für diese Derivation hat man nach 113), welche Gleichung auch für beliebige λ gilt,

$$(z-c) {}_a^z D^{n+1} \frac{1}{(z-c)^p} + (n+p) {}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{(a-c)^{p-1} (z-a)^{n+1}}.$$

Setzt man

$${}_a^z D^n \frac{1}{(z-c)^p} = \varphi,$$

so kann man dieselbe auch schreiben

$$(z-c) \frac{d\varphi}{dz} + (n+p)\varphi = \frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{(a-c)^{p-1} (z-a)^{n+1}}.$$

Daraus leitet man durch Differentiation leicht die homogene Differentialgleichung zweiter Ordnung ab:

149) $$(z-a)(z-c) \frac{d^2\varphi}{dz^2} + [(n+p+1)(z-a) + (n+1)(z-c)] \frac{d\varphi}{dz} + (n+1)(n+p)\varphi = 0.$$

Da hievon

$$\varphi = \overset{z}{D}{}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^{p}}$$

eine Particularlösung ist, so lautet nach 148) die vollständige Lösung

$$\varphi = c_1 \overset{z}{D}{}^{n}_{a} \frac{1}{(z-c)^{p}} + c_2 \overset{t=c}{D}{}^{p-1}_{t=a} \frac{1}{(z-t)^{n+1}}, \tag{150}$$

welche so lange allgemein gilt, als nicht $a=c$ oder n und p gleichzeitig ganz und positiv sind.

Ist $c=a$, so muss $\text{real}\, p<1$ sein, damit die Function $\frac{1}{(z-a)^{p}}$ überhaupt zwischen den Grenzen a und z derivirbar sei; dann verschwindet aber die zweite Particularlösung, weil die Grenzen der Derivation zusammenfallen und der Index $p-1$ die Bedingung $\text{real}(p-1)<0$ erfüllt. Die Gleichung 150) liefert dann nur mehr die einzige Particularlösung

$$\varphi_1 = \overset{z}{D}{}^{n}_{a} \frac{1}{(z-a)^{p}} = \frac{\Gamma(1-p)}{\Gamma(1-p-n)} \cdot \frac{1}{(z-a)^{p+n}} \qquad \text{real}(p-1)<0$$

der nunmehrigen Differentialgleichung

$$(z-a)^2 \frac{d^2\varphi}{dz^2} + (2n+p+2)(z-a)\frac{d\varphi}{dz} + (n+1)(n+p)\varphi = 0,$$

deren vollständige Lösung bekanntlich ist:

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= \frac{c_1}{(z-a)^{n+p}} + \frac{c_2}{(z-a)^{n+1}} && p \lesseqgtr 1 \qquad c=a \\ \varphi &= \frac{c_1 l(z-a)+c_2}{(z-a)^{n+1}} && p=1 \qquad c=a. \end{aligned}\right\} \tag{150a}$$

Im Falle die beiden Grössen n und p gleichzeitig ganz und positiv sind, werden in 150) die beiden Particularlösungen gleich; nun sei $n=\nu$ und $p=\lambda+1$, wo λ und ν jede beliebige ganze positive Zahl (inclusive Null) sein können, dann nehmen wir

$$\varphi_1 = \overset{z}{D}{}^{\lambda}_{a} \frac{1}{(z-c)^{\nu+1}}; \qquad \varphi_2 = \overset{z}{D}{}^{\nu}_{a} \frac{1}{(z-c)^{\lambda+1}}$$

und benützen wieder das Curvenintegral 29), dann kommt:

$$\varphi_1 = \frac{\Gamma(\nu-\delta+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{(t-z)^{\delta}\,dt}{(t-c)^{\nu+1}(t-z)^{\nu-\delta+1}}; \qquad \varphi_2 = \frac{\Gamma(\nu+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{dt}{(t-c)^{\nu+1}(t-z)^{\nu+1}};$$

und hieraus

$$\varphi_1 - \frac{\Gamma(\nu-\delta+1)}{\Gamma(\nu+1)}\varphi_2 = \frac{\Gamma(\nu-\delta+1)}{2i\pi} \int_{K_z} \frac{dt}{(t-c)^{\nu+1}(t-z)^{\nu+1}} \left[\frac{(t-z)^{\delta}-1}{\delta}\right],$$

woraus durch Übergang zur Grenze für unendlich abnehmende δ die neue Particularlösung folgt, die wir statt φ_1 nehmen,

$$\varphi_1 = \int_{K_z} \frac{l(t-z)\,dt}{(t-c)^{\lambda+1}(t-z)^{\nu+1}},$$

so dass jetzt statt 150) zu schreiben ist:

$$\varphi = c_1 \int_{K_z} \frac{l(t-z)\,dt}{(t-c)^{\nu+1}(t-z)^{\nu+1}} + \frac{c_2}{(z-c)^{\nu+\nu+1}} \qquad \begin{matrix} n=\nu \\ p=\lambda+1. \end{matrix} \tag{150b}$$

Schliesslich bemerken wir noch, dass unter allen Umständen

$$\frac{1}{(z-c)^{p+n}}$$

eine Particularlösung von 149) ist; wir müssen daraus auf eine lineare Beziehung zwischen

$$\overset{z}{D}_{a}^{n}\frac{1}{(z-c)^{p}}, \qquad \overset{t=c}{D}_{t=a}^{p-1}\frac{1}{(z-t)^{n+1}}, \qquad \frac{1}{(z-c)^{p+n}}$$

schliessen. Dieselbe findet nun in der That statt und lautet

$$\frac{1}{\Gamma(1-p)}\cdot\overset{z}{D}_{a}^{n}\frac{1}{(z-c)^{p}}+\frac{(-1)^{p-1}}{\Gamma(-n)}\overset{t=c}{D}_{t=a}^{p-1}\frac{1}{(z-t)^{n+1}}=\frac{1}{\Gamma(1-n-p)}\cdot\frac{1}{(z-c)^{p+n}};$$

den Beweis hiefür überlassen wir jedoch dem Leser.

4.

Eine ähnliche Function, wie die im vorigen Paragraphe behandelte, ist die folgende

$$f(z)=z^{p}(1-z)^{q},$$

welche die Ausnahmepunkte $z=0$ und $z=1$ hat. Der allgemeinste Werth der Derivation dieser Function ist nach Gleichung 124)

151)
$$\left.\begin{aligned}\left\{\overset{z}{D}_{a}^{n}z^{p}(1-z)^{q}\right\}&=e^{2i\pi(hp+kq)}\overset{z}{D}_{a}^{n}z^{p}(1-z)^{q}+\frac{2i\pi A}{\Gamma(-n)\Gamma(-p)}\overset{t=0}{D}_{t=a}^{p-1}\frac{(1-t)^{q}}{(z-t)^{n+1}}\\&\quad+\frac{2i\pi B}{\Gamma(-n)\Gamma(-q)}\cdot\overset{t=1}{D}_{t=a}^{q-1}\frac{t^{p}}{(z-t)^{n+1}},\end{aligned}\right.$$

wenn die Variabele z den Punkt $z=0$ h-mal und den Punkt $z=1$ k-mal umläuft. Hiebei sind A und B zwei Constante, die nur von der Art und Anzahl dieser Umläufe, nicht aber von z abhängen, und auf deren genaueren expliciten Ausdruck es uns im Folgenden nicht ankommt. Wir wollen vielmehr sogleich zu einer linearen Differentialgleichung für diese Derivation schreiten.

Die lineare Differentialgleichung für

$$\omega=z^{p}(1-z)^{q}$$

lautet, wenn man der Kürze wegen $\frac{d\omega}{dz}=\omega'$ setzt,

$$z(1-z)\omega'+[(p+q)z-p]\omega=0.$$

Derivirt man diese Differentialgleichung nach der im vorletzten Paragraphen gezeigten Methode, so kommt, wenn zur Abkürzung

$$\overset{z}{D}_{a}^{n-1}\omega=\psi$$

gesetzt wird:

152)
$$z(1-z)\frac{d^{2}\psi}{dz^{2}}+[(p+q-2n)z+n-p]\frac{d\psi}{dz}+n(p+q-n+1)\psi=\frac{a^{p+1}(1-a)^{q+1}}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}},$$

und dazu gehört vermöge der Herleitung die Particularlösung

$$\psi=\overset{z}{D}_{a}^{n-1}z^{p}(1-z)^{q}.$$

Bevor wir aber diese Differentialgleichung mit Hilfe der Gleichung 151) vollständig lösen, wollen wir statt der Constanten p, q und n drei andere Constanten α, β und γ mittelst der Gleichungen

$$p+q-2n = -\alpha-\beta-1$$
$$n-p = \gamma$$
$$n(p+q-n+1) = -\alpha\beta$$

einführen. Daraus resultiren die beiden Werthesysteme

$$n = \alpha \qquad \text{oder } n = \beta$$
$$p = \alpha-\gamma \qquad p = \beta-\gamma$$
$$q = \gamma-\beta-1 \qquad q = \gamma-\alpha-1,$$

die sich von einander durch die Vertauschung von α und β unterscheiden. Man erhält aus 152) die beiden Differentialgleichungen

$$z(1-z)\frac{d^2\psi^{(1)}}{dz^2} + [\gamma-(\alpha+\beta+1)z]\frac{d\psi^{(1)}}{dz} - \alpha\beta\psi^{(1)} = \frac{a^{\alpha-\gamma+1}(1-a)^{\gamma-\beta}}{\Gamma(-\alpha)(z-a)^{\alpha+1}} \qquad 153)$$

$$z(1-z)\frac{d^2\psi^{(2)}}{dz^2} + [\gamma-(\alpha+\beta+1)z]\frac{d\psi^{(2)}}{dz} - \alpha\beta\psi^{(2)} = \frac{a^{\beta-\gamma+1}(1-a)^{\gamma-\alpha}}{\Gamma(-\beta)(z-a)^{\beta+1}} \qquad 154)$$

mit den Particularlösungen beziehungsweise

$$\psi^{(1)} = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\gamma-1}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} \qquad 155)$$

$$\psi^{(2)} = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\beta-1}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1}. \qquad 156)$$

Diese Differentialgleichungen, sowie auch ihre zugehörigen Particularlösungen gehen in einander über, wenn man α mit β vertauscht, sie sind also von einander eigentlich nicht wesentlich verschieden; doch wollen wir der Bequemlichkeit wegen beide Gleichungen neben einander beibehalten.

Reducirt sich in den Differentialgleichungen 153) und 154) die rechte Seite auf Null, so möge linker Hand φ statt ψ geschrieben werden, also

$$z(1-z)\frac{d^2\varphi}{dz^2} + [\gamma-(\alpha+\beta+1)z]\frac{d\varphi}{dz} - \alpha\beta\varphi = 0. \qquad 157)$$

Um zunächst diese Differentialgleichung zu lösen, bemerke man, dass vermöge 151) die allgemeinsten Werthe von $\psi^{(1)}$ und $\psi^{(2)}$ die folgenden sind:

$$\psi^{(1)} = A'\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\alpha-1}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + B'\overset{t=0}{\underset{t=a}{D}}{}^{\gamma-\alpha-1}\,\frac{(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\alpha}} + C'\overset{t=1}{\underset{t=a}{D}}{}^{\beta-\gamma}\,\frac{t^{\alpha-\gamma}}{(z-t)^{\beta}}$$

$$\psi^{(2)} = A''\overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\beta-1}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + B''\overset{t=0}{\underset{t=a}{D}}{}^{\gamma-\beta-1}\,\frac{(1-t)^{\gamma-\alpha-1}}{(z-t)^{\beta}} + C''\overset{t=1}{\underset{t=a}{D}}{}^{\alpha-\gamma}\,\frac{t^{\beta-\gamma}}{(z-t)^{\alpha}},$$

wo die Constanten A, B, C unter einander und auf gewisse Weise auch von α, β und γ abhängen. Ist die untere Grenze a beliebig, so haben also die Derivationen $\psi^{(1)}$ und $\psi^{(2)}$ ausser der eindeutig genommenen Derivation noch zwei Abzweigungen; von diesen beiden Abzweigungen kann aber die eine oder die andere verschwinden, wenn man beziehungsweise $a = 0$ oder $a = 1$ setzt. Setzt man die untere Grenze $a = 0$, so muss in $\psi^{(1)}$ $\mathrm{real}(\alpha-\gamma+1) > 0$ sein, damit die Function $z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1}$ überhaupt derivirbar ist. Dann verschwindet aber die mit B' multiplicirte Derivation und es bleibt:

$$\psi^{(1)} = A'\overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{\alpha-1}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + C'\overset{t=1}{\underset{t=0}{D}}{}^{\beta-\gamma}\,\frac{t^{\alpha-\gamma}}{(z-t)^{\alpha}} \qquad \mathrm{real}(\alpha-\gamma+1) > 0,$$

und ebenso ist

$$\psi^{(2)} = A'' \overset{z}{D}{}^{\beta-1}_{0}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + C'' \overset{t=1}{D}{}^{\alpha-\gamma}_{t=0}\, \frac{t^{\beta-\gamma}}{(z-t)^{\beta}} \qquad \text{real}\,(\beta-\gamma+1) > 0,$$

und ähnlich für $a = 1$

$$\psi^{(1)} = A' \overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{1}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + B' \overset{t=0}{D}{}^{\gamma-\alpha-1}_{t=1}\, \frac{(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\alpha}} \qquad \text{real}\,(\gamma-\beta) > 0,$$

$$\psi^{(2)} = A'' \overset{z}{D}{}^{\beta-1}_{1}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + B'' \overset{t=0}{D}{}^{\gamma-\beta-1}_{t=1}\, \frac{(1-t)^{\gamma-\alpha-1}}{(z-t)^{\beta}} \qquad \text{real}\,(\gamma-\alpha) > 0.$$

Genau unter diesen Bedingungen für α, β, γ und a geht aber immer eine von den beiden Differentialgleichungen (153) und 154) in die homogene Differentialgleichung 157) über, daher ist

$$\begin{aligned}
\varphi &= \psi^{(1)} \quad \text{für } a = 0; \qquad \text{real}\,(\alpha-\gamma+1) > 0 \\
&= \psi^{(2)} \quad \text{für } a = 0; \qquad \text{real}\,(\beta-\gamma+1) > 0 \\
&= \psi^{(1)} \quad \text{für } a = 1; \qquad \text{real}\,(\gamma-\beta) > 0 \\
&= \psi^{(2)} \quad \text{für } a = 1; \qquad \text{real}\,(\gamma-\alpha) > 0.
\end{aligned}$$

Da nun aber die Differentialgleichung 157) homogen ist, so kann man an Stelle der in $\psi^{(1)}$ und $\psi^{(2)}$ vorkommenden, zwar nicht ganz willkürlichen Constanten A', A'' u. s. w. nunmehr willkürliche Constanten setzen, und somit lautet die Lösung von 157):

158)
$$\begin{cases}
\varphi = c_1 \overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{0}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + c_2 \overset{t=1}{D}{}^{\beta-\gamma}_{t=0}\, \dfrac{t^{\alpha-\gamma}}{(z-t)^{\alpha}} & \text{real}\,(\alpha-\gamma+1) > 0 \\
\varphi = c_1 \overset{z}{D}{}^{\beta-1}_{0}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + c_2 \overset{t=1}{D}{}^{\alpha-\gamma}_{t=0}\, \dfrac{t^{\beta-\gamma}}{(z-t)^{\beta}} & \text{real}\,(\beta-\gamma+1) > 0 \\
\varphi = c_1 \overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{1}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + c_2 \overset{t=0}{D}{}^{\gamma-\alpha-1}_{t=1}\, \dfrac{(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\alpha}} & \text{real}\,(\gamma-\beta) > 0 \\
\varphi = c_1 \overset{z}{D}{}^{\beta-1}_{1}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + c_2 \overset{t=0}{D}{}^{\gamma-\beta-1}_{t=1}\, \dfrac{(1-t)^{\gamma-\alpha-1}}{(z-t)^{\beta}} & \text{real}\,(\gamma-\alpha) > 0.
\end{cases}$$

Man sieht, dass hiemit alle möglichen Fälle erschöpft sind, da von den vier Zusatzbedingungen immer eine erfüllt sein muss; ja es sind sogar immer wenigstens zwei erfüllt, und das führt auf lineare Beziehungen zwischen den vorkommenden Derivationen, die man a posteriori verificiren kann, wenn man zu den betreffenden Integraldarstellungen übergeht.

Wir können indess diese Lösungen 158) auch noch in eine andere Form bringen. Setzt man z. B. $\text{real}\,(1-\alpha) > 0$ voraus, so hat man durch Integraldarstellung

$$\overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{0}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^z \frac{t^{\alpha-\gamma}(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\alpha}}\, dt,$$

und wenn man jetzt rechter Hand $t = \dfrac{z-u}{1-u}$; $dt = -\dfrac{1-z}{(1-u)^2}\, du$ substituirt, und dann wieder t statt u schreibt:

$$\overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{0}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} = \frac{(1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^z \frac{t^{-\alpha}(1-t)^{\beta-1}}{(z-t)^{\gamma-\alpha}}\, dt,$$

oder

$$\overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{0} z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} = \frac{\Gamma(\alpha-\gamma+1)}{\Gamma(1-\alpha)}(1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}\overset{z}{D}{}^{\gamma-\alpha-1}_{0} z^{-\alpha}(1-z)^{\beta-1}$$

$$\text{real}(\alpha-\gamma+1)>0; \qquad \text{real}(1-\alpha)>0.$$

Ebenso findet man:

$$\overset{z}{D}{}^{\beta-1}_{0} z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} = \frac{\Gamma(\beta-\gamma+1)}{\Gamma(1-\beta)}(1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}\overset{z}{D}{}^{\gamma-\beta-1}_{0} z^{-\beta}(1-z)^{\beta-1}$$

$$\text{real}(\beta-\gamma+1)>0; \qquad \text{real}(1-\beta)>0.$$

Desgleichen ist:

$$\overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{1} z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\int_{1}^{z}\frac{t^{\alpha-\gamma}(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\alpha}}\,dt$$

und mittelst der Substitution $t=\frac{z}{u}$; $dt=-\frac{z}{u^2}\,du$ und wieder t für u geschrieben:

$$\overset{z}{D}{}^{\gamma-1}_{1} z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} = (-1)^{\gamma-\alpha-1}\frac{z^{1-\gamma}}{\Gamma(1-\alpha)}\int_{1}^{z}\frac{t^{\gamma-1}(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\gamma-\alpha+1}},$$

oder

$$\overset{z}{D}{}^{\alpha-1}_{1} z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} = (-1)^{\gamma-\alpha-\beta-1}\frac{\Gamma(\gamma-\beta)}{\Gamma(1-\alpha)}z^{1-\gamma}\overset{z}{D}{}^{\beta-\gamma}_{1} z^{\gamma-1}(1-z)^{\gamma-\beta-1}$$

$$\text{real}(\gamma-\beta)>0; \qquad \text{real}(1-\alpha)>0;$$

und auf analoge Weise ergibt sich:

$$\overset{z}{D}{}^{\beta-1}_{1} z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} = (-1)^{\gamma-\alpha-\beta-1}\frac{\Gamma(\gamma-\alpha)}{\Gamma(1-\beta)}z^{1-\gamma}\overset{z}{D}{}^{\alpha-\gamma}_{1} z^{\alpha-1}(1-z)^{\gamma-\beta-1}$$

$$\text{real}(\gamma-\alpha)>0; \qquad \text{real}(1-\beta)>0.$$

Wir haben somit die ersten vier Derivationen, die unter 158) vorkommen, durch ähnliche Derivationen ausgedrückt. Berechnet man zu diesen noch den einen Zweig nach 151) (denn der andere ist wieder Null), so hat man das neue Lösungssystem:

$$\left.\begin{aligned}
\varphi &= (1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}\left\{c_1\overset{z}{D}{}^{\gamma-\alpha-1}_{0} z^{-\alpha}(1-z)^{\beta-1}+c_2\overset{t=1}{D}{}^{-\beta}_{t=0}\frac{t^{-\alpha}}{(z-t)^{\gamma-\alpha}}\right\} && \text{real}(1-\alpha)>0\\
\varphi &= (1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}\left\{c_1\overset{z}{D}{}^{\gamma-\beta-1}_{0} z^{-\beta}(1-z)^{\alpha-1}+c_2\overset{t=1}{D}{}^{-\alpha}_{t=0}\frac{t^{-\beta}}{(z-t)^{\gamma-\beta}}\right\} && \text{real}(1-\beta)>0\\
\varphi &= z^{1-\gamma}\left\{c_1\overset{z}{D}{}^{\beta-\gamma}_{1} z^{\beta-1}(1-z)^{-\alpha}+c_2\overset{t=0}{D}{}^{-\beta}_{t=1}\frac{(1-t)^{-\alpha}}{(z-t)^{\beta-\gamma+1}}\right\} && \text{real}(1-\alpha)>0\\
\varphi &= z^{1-\gamma}\left\{c_1\overset{z}{D}{}^{\alpha-\gamma}_{1} z^{\alpha-1}(1-z)^{-\beta}+c_2\overset{t=0}{D}{}^{-\alpha}_{t=1}\frac{(1-t)^{-\beta}}{(z-t)^{\alpha-\gamma+1}}\right\} && \text{real}(1-\beta)>0,
\end{aligned}\right\} \quad 159)$$

welches jedoch vollständig unbrauchbar ist, wenn von den beiden Bedingungen $\text{real}(1-\alpha)>0$ und $\text{real}(1-\beta)>0$ etwa gar keine erfüllt ist, was ja vorkommen kann. Wir suchen zu diesem Zwecke noch ein drittes Lösungssystem der homogenen Differentialgleichung 157) auf, welches das System 159) in Bezug auf die Giltigkeitsbedingungen ergänzt.

Lässt man in 151) die untere Grenze a nach ∞ convergiren, was nach 71) unter der Voraussetzung real $(n-p-q)>0$ für jedes ε gestattet ist, so erhält man ein Resultat von der Form

$$\left\{ {}_{\infty}^{z}D^{n}\, z^{p}(1-z)^{q} \right\} = A' \, {}_{\infty}^{z}D^{n}\, z^{p}(1-z)^{q} + B' \, {}_{t=\infty}^{t=t}D^{-p-1} \frac{(1-t)^{q}}{(z-t)^{p+1}} + C' \, {}_{t=\infty}^{t=t}D^{-q-1} \frac{t^{p}}{(z-t)^{n+1}};$$

und nun wollen wir zeigen, dass zwischen den drei Derivationen rechter Hand eine lineare Beziehung besteht. In der That ist für einen unendlich grossen um den Nullpunkt beschriebenen Kreis Ω als Integrationsweg

$$\frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega} \frac{t^{p}(1-t)^{q}}{(t-z)^{n+1}}\, dt = 0 \qquad \text{real}\,(n-p-q)>0,$$

weil jedes Element des Integranden unter der gemachten Voraussetzung real $(n-p-q)>0$ verschwindet. Nun lässt sich aber dieser Integrationsweg Ω ersetzen durch die drei Schlingen Ω_z, Ω_0 und Ω_1, welche auf demselben Blatte liegen, daher ist auch

$$\frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega_z} \frac{t^{p}(1-t)^{q}}{(t-z)^{n+1}}\, dt + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega_0} \frac{t^{p}(1-t)^{q}}{(t-z)^{n+1}}\, dt + \frac{\Gamma(n+1)}{2i\pi} \int_{\Omega_1} \frac{t^{p}(1-t)^{q}}{(z-t)^{n+1}} = 0,$$

und durch Derivationen ausgedrückt erhält man leicht mit Hinzusetzung des Factors $\frac{e^{i(n+1)\pi}}{\Gamma(n+1)}$:

160) $$\frac{e^{i(n+1)\pi}}{\Gamma(n+1)} \, {}_{\infty}^{z}D^{n}\, z^{p}(1-z)^{q} + \frac{1}{\Gamma(-p)} \, {}_{t=\infty}^{t=0}D^{-p-1} \frac{(1-t)^{q}}{(t-z)^{n+1}} + \frac{e^{iq\pi}}{\Gamma(-q)} \, {}_{t=\infty}^{t=t}D^{-q-1} \frac{t^{p}}{(z-t)^{n+1}} = 0$$

als die verlangte lineare Beziehung.

Setzt man nun in 153) und 155) real $\beta>0$, desgleichen in 154) und 156) real $\alpha>0$ voraus, und lässt man a nach ∞ convergiren, so werden die beiden Differentialgleichungen homogen und mit 157) identisch; die Lösungen lauten daher

161)
$$\left| \begin{array}{ll} \varphi = c_1 \, {}_{\infty}^{z}D^{\alpha-1}\, z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + c_2 \, {}_{t=\infty}^{t=0}D^{\gamma-\alpha-1} \frac{(1-t)^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{\alpha}} + c_3 \, {}_{t=\infty}^{t=0}D^{\beta-\gamma} \frac{t^{\alpha-\gamma}}{(z-t)^{\gamma}} & \text{real}\,\beta>0 \\ \varphi = c_1 \, {}_{\infty}^{z}D^{\beta-1}\, z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + c_2 \, {}_{t=\infty}^{t=0}D^{\gamma-\beta-1} \frac{(1-t)^{\gamma-\alpha-1}}{(z-t)^{\beta}} + c_3 \, {}_{t=\infty}^{t=0}D^{\alpha-\gamma} \frac{t^{\beta-\gamma}}{(z-t)^{\alpha}} & \text{real}\,\alpha>0. \end{array} \right.$$

Die drei Particularlösungen reduciren sich wegen 160) auf blos zwei. Dieses System 161) ergänzt das unter 159) angegebene. Auch das System 161) lässt sich umformen. Setzt man nämlich real $n<0$ voraus, so hat man durch Integraldarstellung

$$ {}_{\infty}^{z}D^{n}\, z^{p}(1-z)^{q} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{\infty}^{z} \frac{t^{p}(1-t)^{q}}{(z-t)^{n+1}}\, dt,$$

und hier gibt die Substitution $t = z\,\frac{1-u}{z-u}$; $dt = z\,\frac{1-z}{(z-u)^{2}}\, du$, wenn man wieder t statt u schreibt,

$$ {}_{\infty}^{z}D^{n}\, z^{p}(1-z)^{q} = \frac{e^{i(q+n)\pi}}{\Gamma(-n)} z^{p-n}(1-z)^{q+n} \int_{\infty}^{z} \frac{t^{q}(1-t)^{p}\, dt}{(z-t)^{p+q-n+1}}$$

wofür auch geschrieben werden kann

162) $$ {}_{\infty}^{z}D^{n}\, z^{p}(1-z)^{q} = e^{i(q+n)\pi} \cdot \frac{\Gamma(n-p-q)}{\Gamma(-n)} \cdot z^{p-n}(1-z)^{q+n} \, {}_{\infty}^{z}D^{p+q-n}\, z^{q}(1-z)^{p}$$

$$\text{real}\,(n-p-q)>0; \qquad \text{real}\, n<0.$$

Mit Hilfe dieser Gleichung transformirt man leicht 161) um, und erhält

$$\left.\begin{aligned}\varphi = z^{1-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}\Big\{ & c_1 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^{\beta-1} z^{\beta-1}(1-z)^{\alpha-\gamma} + c_2 \overset{t=0}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{\alpha-\gamma} \frac{(1-t)^{\alpha-\gamma}}{(z-t)^{1-\gamma}} + c_3 \overset{t=1}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{\gamma-\alpha-1} \frac{t^{\gamma-\beta-1}}{(z-t)^{1-\alpha}}\Big\} \\ & \text{real}\,(1-\alpha) > 0 \\ \varphi = z^{1-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-\beta}\Big\{ & c_1 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^{\gamma-\alpha} z^{\gamma-\alpha-1}(1-z)^{\beta-\gamma} + c_2 \overset{t=0}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{\alpha-\gamma} \frac{(1-t)^{\beta-\gamma}}{(z-t)^{1-\gamma}} + c_3 \overset{t=1}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{\gamma-\beta-1} \frac{t^{\gamma-\alpha-1}}{(z-t)^{1-\alpha}}\Big\} \\ & \text{real}\,(1-\beta) > 0.\end{aligned}\right\} \quad 163)$$

Die drei Particularlösungen reduciren sich wieder vermöge 160) auf blos zwei, und in Bezug auf die Zusatzbedingungen ergänzen sich die beiden Systeme 161) und 163).

So verlockend es ist, jetzt zur hypergeometrischen Reihe $F(\alpha, \beta, \gamma, z)$ überzugehen, und deren Theorie mit den Derivationen zu verbinden, so soll es hier doch unterbleiben, weil es zu weit führen würde.

Für die Differentialgleichungen 153) und 154) lauten jetzt die vollständigen Lösungen:

$$\left.\begin{aligned}\psi^{(1)} &= \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\alpha-1} z^{\alpha-\gamma}(1-z)^{\gamma-\beta-1} + \varphi \\ \psi^{(2)} &= \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{\beta-1} z^{\beta-\gamma}(1-z)^{\gamma-\alpha-1} + \varphi,\end{aligned}\right\} \quad 164)$$

worin für φ die Werthe aus 158), 159), 161) oder 163) zu nehmen sind, je nachdem in 153) und 154) die Grössen α, β und γ der einen oder der andern Bedingung genügen.

Noch wäre zu erwähnen, dass man aus 153) oder 154) durch nochmalige Differentiation zwei homogene Differentialgleichungen dritter Ordnung bilden und ihre Lösungen vollständig angeben kann; die Ausführung mag aber übergangen werden.

5.

Um ein Beispiel für die Derivation ganzer transscendenter Functionen zu haben, betrachten wir die einfachen Fälle

$$f(z) = \cos z \text{ und } f(z) = \sin z.$$

Hiefür geben die Entwicklungen 130), wenn man der Einfachheit wegen $a = 0$ annimmt,

$$\left.\begin{aligned}\overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{n} \cos z &= -\frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{z^n} U_1(z) = -\frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{z^n} [U_3(z)\cos z + U_4(z)\sin z] \\ \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{n} \sin z &= -\frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{z^n} U_2(z) = -\frac{1}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{1}{z^n} [U_3(z)\sin z - U_4(z)\cos z].\end{aligned}\right\} \quad 165)$$

Die Functionen U sind durch folgende Gleichungen definirt:

$$\left.\begin{aligned}U_1(z) &= \frac{1}{n} - \frac{z^2}{n(1-n)(2-n)} + \frac{z^4}{n(1-n)(2-n)(3-n)(4-n)} - \dots \\ U_2(z) &= \frac{z}{n(1-n)} - \frac{z^3}{n(1-n)(2-n)(3-n)} + \dots \\ U_3(z) &= \frac{1}{n} - \frac{1}{n-2} \cdot \frac{z^2}{1.2} + \frac{1}{n-4} \cdot \frac{z^4}{1.2.3.4} - \dots \\ U_4(z) &= \frac{1}{n-1} \cdot \frac{z}{1} - \frac{1}{n-3} \cdot \frac{z^3}{1.2.3} + \frac{1}{n-5} \cdot \frac{z^5}{1.2.3.4.5} - \dots\end{aligned}\right\} \quad 166)$$

Obwohl diese Functionen U für ganze positive n unendlich und unstetig werden, so sind die Derivationen 165) für alle z und n doch endlich und stetig, weil bei ihnen der Factor $\frac{1}{\Gamma(-n)}$ auftritt, der für die genannten Werthe von n verschwindet.

Die U, als Functionen von z betrachtet, haben bemerkenswerthe Eigenschaften, von denen einige hier Platz finden mögen. Zunächst folgt aus 165)

167)
$$U_3(z)\cos z + U_4(z)\sin z = U_1(z)$$
$$U_3(z)\sin z - U_4(z)\cos z = U_2(z),$$

und hieraus ziehen wir die Gleichungen

$$U_1(z)\cos z + U_2(z)\sin z = U_3(z)$$
$$U_1(z)\sin z - U_2(z)\cos z = U_4(z),$$

welche zusammengefasst lauten:

168)
$$e^{iz} = \frac{U_1(z)+iU_2(z)}{U_3(z)-iU_4(z)} = \frac{U_3(z)+iU_4(z)}{U_1(z)-iU_2(z)}.$$

Vermöge dieser letzten Gleichung ist stets

169)
$$U_1^2(z)+U_2^2(z) = U_3^2(z)+U_4^2(z).$$

Führt man drei Hilfsgrössen ρ, α, γ ein, so kann man hiefür schreiben

$$U_1(z) = \rho\sin\alpha \qquad -U_3(z) = \rho\sin\gamma$$
$$-U_2(z) = \rho\cos\alpha \qquad U_4(z) = \rho\cos\gamma.$$

Dabei werden ρ, α und γ natürlich gewisse Functionen von z und n sein. Macht man diese Substitutionen in 167), so wird $\alpha = z-\gamma$ und die beiden Gleichungen 167) lassen sich ersetzen durch

170)
$$U_1(z) : U_2(z) : U_3(z) : U_4(z) = \sin(z-\gamma) : -\cos(z-\gamma) : -\sin\gamma : \cos\gamma.$$

Setzt man in 167) $z = \frac{2h+1}{2}\pi$ und $z = h\pi$, so wird

$$U_1\left(\frac{2h+1}{2}\right) = (-1)^h U_4\left(\frac{2h+1}{2}\right); \qquad U_1(h\pi) = (-1)^h U_3(h\pi)$$
$$U_2\left(\frac{2h+1}{2}\right) = -(-1)^h U_3\left(\frac{2h+1}{2}\right); \qquad U_2(h\pi) = (-1)^{h-1} U_4(h\pi).$$

Für sich betrachtet, sind die U nicht periodisch, doch lassen sich leicht Quotienten bilden, die periodisch sind. Solche Quotienten bildet man am leichtesten aus 170), wenn man γ eliminirt. So ist z. B.

$$\frac{U_1(z)\,U_4(z)+U_2(z).U_3(z)}{U_1^2(z)+U_2^2(z)} = \frac{U_1(z)\,U_2(z)+U_3(z).U_4(z)}{U_1(z)\,U_3(z)+U_2(z).U_4(z)} = \frac{U_1^2(z)-U_3^2(z)}{U_1(z)\,U_4(z)-U_2(z).U_3(z)} = \sin z$$

$$\frac{U_1(z)\,U_3(z)-U_2(z).U_4(z)}{U_1^2(z)+U_2^2(z)} = \frac{U_1^2(z)-U_4^2(z)}{U_1(z)\,U_3(z)+U_2(z).U_4(z)} = \frac{U_1(z)\,U_2(z)+U_3(z).U_4(z)}{-U_1(z)\,U_4(z)+U_2(z).U_3(z)} = \cos z$$

$$\frac{U_1(z)-U_3(z)}{-U_2(z)+U_4(z)} = \frac{U_2(z)+U_4(z)}{U_1(z)+U_3(z)} = \operatorname{tang}\frac{z}{2}$$

$$\frac{U_1(z)+U_4(z)}{-U_2(z)+U_3(z)} = \frac{U_2(z)+U_3(z)}{U_1(z)-U_4(z)} = \operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4}+\frac{z}{2}\right)$$

u. dergl. Aus 167) findet man auch

$$[U_3^2(z) - U_4^2(z)]\cos 2z + 2U_3(z)U_4(z)\sin 2z = U_1^2(z) - U_2^2(z)$$
$$[U_3^2(z) - U_4^2(z)]\sin 2z - 2U_3(z)U_4(z)\cos 2z = 2U_1(z)U_2(z).$$

Ersetzt man hierin z durch $\frac{z}{2}$, so hat man zwei Gleichungen, deren Bau mit denen in 167) vollständig analog ist. Wir schliessen daraus, dass alle aus 167) abgeleiteten Relationen neue giltige Relationen liefern, wenn man darin

$$U_1(z); \qquad U_2(z); \qquad U_3(z); \qquad U_4(z),$$

folgeweise durch

$$U_1^2\left(\frac{z}{2}\right) - U_2^2\left(\frac{z}{2}\right); \qquad 2U_1\left(\frac{z}{2}\right)U_2\left(\frac{z}{2}\right); \qquad U_3^2\left(\frac{z}{2}\right) - U_4^2\left(\frac{z}{2}\right); \qquad 2U_3\left(\frac{z}{2}\right)U_4\left(\frac{z}{2}\right)$$

ersetzt. Differenzirt man die Gleichungen 167) nach z, so kommt

$$U_3'(z)\cos z + U_4'(z)\sin z = U_1'(z) + U_2(z)$$
$$U_3'(z)\sin z - U_4'(z)\cos z = U_2'(z) - U_1(z),$$

wobei der Kürze wegen U' für $\frac{\partial}{\partial z}U$ gesetzt wurde. Ebenso findet man:

$$U_1'(z)\cos z + U_2'(z)\sin z = U_3'(z) + U_4(z)$$
$$U_1'(z)\sin z - U_2'(z)\cos z = U_4'(z) - U_3(z).$$

Wir schliessen hieraus ähnlich, dass alle aus 167) abgeleiteten Relationen bestehen bleiben, wenn man darin

$$U_1(z); \qquad U_2(z); \qquad U_3(z); \qquad U_4(z)$$

folgeweise durch

$$U_1'(z) + U_2(z); \qquad U_2'(z) - U_1(z); \qquad U_3'(z); \qquad U_4'(z),$$

oder auch durch

$$U_1'(z); \qquad U_2'(z); \qquad U_3'(z) + U_4(z); \qquad U_4'(z) - U_3(z)$$

ersetzt. Alle diese Gleichungen gelten für jedes n.

Die Functionen U genügen auch einfachen Differentialgleichungen. Um dieselben zu erhalten, multipliciren wir die Gleichungen 166) sämmtlich mit z^{-n} und differenziren einmal nach z, dann wird

$$z\,U_1'(z) - n\,U_1(z) + z\,U_2(z) + 1 = 0$$
$$z\,U_2'(z) - n\,U_2(z) - z\,U_1(z) = 0$$
$$z\,U_3'(z) - n\,U_3(z) + \cos z = 0$$
$$z\,U_4'(z) - n\,U_4(z) + \sin z = 0.$$

Setzt man die sich aus den letzten beiden Gleichungen für $\cos z$ und $\sin z$ ergebenden Werthe in die beiden Gleichungen 167), so erhält man daraus

$$U_1(z) = n\,[U_3^2(z) + U_4^2(z)] - z\,[U_3(z)U_3'(z) + U_4(z)U_4'(z)],$$

was man auch schreiben kann

$$\frac{\partial}{\partial z}\left[\frac{U_3^2(z) + U_4^2(z)}{z^{2n}}\right] = -\frac{2U_1(z)}{z^{2n+1}}.$$

Diese Gleichung lässt sich integriren, wenn man rechter Hand für $U_1(z)$ die Reihenentwicklung aus 166) nimmt; man erhält dann, indem man linker Hand noch die Relation 169) berücksichtigt,

$$U_1^2(z)+U_2^2(z)=U_3^2(z)+U_4^2(z)=\frac{1}{n^2}-\frac{z^2}{n(1-n)(2-n)}\cdot\frac{1}{n-1}+\frac{z^4}{n(1-n)(2-n)(3-n)(4-n)}\cdot\frac{1}{n-2}-\cdots$$

Weitere Entwicklungen dieser Art mögen unterbleiben, vielmehr wollen wir jetzt die Functionalgleichungen aufstellen, denen die U als Functionen von n betrachtet, genügen. Man gelangt zu denselben, wenn man die beiden Differentialgleichungen

$$\frac{d^2\cos z}{dz^2}+\cos z=0; \qquad \frac{d^2\sin z}{dz^2}+\sin z=0$$

derivirt, und man erhält zunächst

$$\overset{z}{D}{}_0^n\frac{d^2\cos z}{dz^2}+\overset{z}{D}{}_0^n\cos z=0; \qquad \overset{z}{D}{}_0^n\frac{d^2\sin z}{dz^2}+\overset{z}{D}{}_0^n\sin z=0.$$

Nach 64) ist aber

$$\overset{z}{D}{}_0^n\frac{d^2\cos z}{dz^2}=\overset{z}{D}{}_0^{n+2}\cos z-\frac{1}{\Gamma(-1-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+2}}; \qquad \overset{z}{D}{}_0^n\frac{d^2\sin z}{dz^2}=\overset{z}{D}{}_0^{n+2}\sin z-\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}.$$

Somit lauten die derivirten Differentialgleichungen:

$$\overset{z}{D}{}_0^{n+2}\cos z+\overset{z}{D}{}_0^n\cos z=\frac{1}{\Gamma(-1-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+2}}; \qquad \overset{z}{D}{}_0^{n+2}\sin z+\overset{z}{D}{}_0^n\sin z=\frac{1}{\Gamma(-n)}\cdot\frac{1}{z^{n+1}}.$$

Schreibt man jetzt der Deutlichkeit wegen $U(z,n)$ für $U(z)$, so geben diese Differentialgleichungen in Verbindung mit 165)

171)
$$\begin{aligned}
&(n+1)(n+2)\,U_1(z,n+2)+z^2\,U_1(z,n)=n+1\\
&(n+1)(n+2)\,U_2(z,n+2)+z^2\,U_2(z,n)=-z\\
&(n+1)(n+2)\,U_3(z,n+2)+z^2\,U_3(z,n)=(n+1)\cos z-z\sin z\\
&(n+1)(n+2)\,U_4(z,n+2)+z^2\,U_4(z,n)=(n+1)\sin z+z\cos z.
\end{aligned}$$

Quadrirt man diese vier Gleichungen, und zieht die Summe der beiden letzten von der Summe der beiden ersten ab, so erhält man unter Berücksichtigung der für alle n geltenden Formel 169)

$$U_1(z,n)\,U_1(z,n+2)+U_2(z,n)\,U_2(z,n+2)=U_3(z,n)\,U_3(z,n+2)+U_4(z,n)\,U_4(z,n+2);$$

diese Gleichung ist ein specieller Fall der folgenden allgemein giltigen Gleichung:

$$U_1(z,n)\,U_1(z,n')+U_2(z,n)\,U_2(z,n')=U_3(z,n)\,U_3(z,n')+U_4(z,n)\,U_4(z,n').$$

Um die Functionalgleichungen 171) vollständig zu lösen, genügt es, die Lösung der folgenden zu kennen:

$$(n+1)(n+2)\,V(n+2)+z^2\,V(n)=0.$$

Setzt man

$$V(n)=i^n z^n\,W(n),$$

so lautet diese Functionalgleichung einfach:

$$(n+1)(n+2)\,W(n+2)=W(n).$$

Dividirt man dieselbe durch

$$(n+1)(n+2)\,\Gamma(-n-2)=\Gamma(-n),$$

so hat man ferner:

$$\frac{W(n+2)}{\Gamma(-n-2)}=\frac{W(n)}{\Gamma(-n)}.$$

Setzt man diesen Quotienten $= w(n)$, so ist $w(n)$ eine periodische Function mit der Periode 2, denn $w(n+2) = w(n)$; daher ist

$$W(n) = w(n)\Gamma(-n),$$

und schliesslich

$$V(n) = w(n) i^n z^n \Gamma(-n). \tag{172}$$

Die periodische Function $w(n)$ ist im Übrigen vollständig willkürlich. Jetzt sind die Lösungen von 171) beziehungsweise

$$U_1(z,n) + V(n); \quad U_2(z,n) + V(n); \quad U_3(z,n) + V(n); \quad U_4(z,n) + V(n),$$

wo die U durch 166) und V durch 172) gegeben ist.

6.

Ein Beispiel für eine transscendente gebrochene Function ist:

$$f(z) = \frac{1}{\sin z}.$$

Dieselbe besitzt unendlich viele Unendlichkeitspunkte $0, \pi, 2\pi, \ldots -\pi, -2\pi, \ldots$ und ist sonst durchwegs eindeutig. Ein einmaliger Umlauf im positiven Sinne um $t = \mu\pi$, wo μ eine beliebige positive oder negative ganze Zahl oder auch Null ist, liefert

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{\sin z} \right\} = \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{\sin z} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_{\mu\pi}} \frac{dt}{\sin t (z-t)^{n+1}}.$$

Nun ist

$$\int_{K_{\mu\pi}} \frac{dt}{\sin t (z-t)^{n+1}} = 2i\pi \cdot \frac{\Gamma(1)}{2i\pi} \int_{K_{\mu\pi}} \frac{(t-\mu\pi)(z-t)^{-n-1} dt}{\sin t\,(t-\mu\pi)} = 2i\pi \left[\frac{t-\mu\pi}{\sin t\,(z-t)^{n+1}} \right]_{t=\mu\pi}$$

$$= (-1)^\mu \cdot \frac{2i\pi}{(z-\mu\pi)^{n+1}};$$

somit ist

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{\sin z} \right\} = \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{\sin z} + \frac{(-1)^\mu}{\Gamma(-n)} \cdot \frac{2i\pi}{(z-\mu\pi)^{n+1}}.$$

Allgemein ist daher

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{\sin z} \right\} = \overset{z}{D}{}^n_a \frac{1}{\sin z} + \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)} \sum_\mu \frac{\lambda_\mu}{(z-\mu\pi)^{n+1}}, \tag{173}$$

wo die λ_μ gewisse, von der Art der Umläufe abhängige Zahlen sind.

Wegen dieses allgemeinsten Werthes kann daher von einer linearen Differentialgleichung mit eindeutigen Coëfficienten, der diese Derivation genügen würde, keine Rede sein, weil eine solche Differentialgleichung unendlich viele linear von einander unabhängige Particularlösungen haben müsste.

Anders ist es bei der Function

$$f(z) = \frac{e^{-z}}{z^p},$$

wo p eine beliebige complexe Zahl bedeutet. Diese Function hat im Endlichen blos den Ausnahmepunkt $t = 0$, und ist unendlich vieldeutig. Für einen einmaligen Umlauf um den Nullpunkt im positiven Sinne hat man

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{e^{-z}}{z^p} \right\} = e^{-2ip\pi} \overset{z}{D}{}^n_a \frac{e^{-z}}{z^p} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_0} \frac{e^{-t} dt}{t^p (z-t)^{n+1}}.$$

Hiebei ist für das letzte Curvenintegral

$$\int_{K_0} \frac{e^{-t}dt}{t^p(z-t)^{n+1}} = \frac{2i\pi}{\Gamma(p)} \cdot \frac{\Gamma(p)}{2i\pi} \int_{K_0} \frac{e^{-t}(z-t)^{-n-1}}{t^p} dt = \frac{2i\pi}{\Gamma(p)} \overset{t=0}{D}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^{n+1}},$$

wo sich die Derivation natürlich auf t bezieht; man hat also

$$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{e^{-z}}{z^p} \right\} = e^{-2ip\pi} \overset{z}{D}{}^n_a \frac{e^{-z}}{z^p} + \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)\Gamma(p)} \cdot \overset{t=0}{D}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^{n+1}},$$

und für einen h-maligen Umlauf:

174) $$\left\{ \overset{z}{D}{}^n_a \frac{e^{-z}}{z^p} \right\} = e^{-2ihp\pi} \overset{z}{D}{}^n_a \frac{e^{-z}}{z^p} + \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)\Gamma(p)} \cdot \frac{\sin ph\pi}{\sin p\pi} \cdot e^{ip(h-1)\pi} \overset{t=0}{D}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^{n+1}}.$$

Um hievon eine Anwendung zu zeigen, gehen wir aus von der Differentialgleichung

$$z\frac{d\omega}{dz} + (p+z)\omega = 0,$$

zu der das Integral

$$\omega = \frac{e^{-z}}{z^p}$$

gehört. Wir deriviren diese Differentialgleichung und erhalten

$$z \overset{z}{D}{}^n_a \frac{d\omega}{dz} + n \overset{z}{D}{}^{n-1}_a \frac{d\omega}{dz} + (p+z) \overset{z}{D}{}^n_a \omega + n \overset{z}{D}{}^{n-1}_a \omega = 0.$$

Für die zwei ersten Glieder hat man nach 62)

$$\overset{z}{D}{}^n_a \frac{d\omega}{dz} = \overset{z}{D}{}^{n+1}_a \omega - \frac{a^{-p}e^{-a}}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}}$$

$$\overset{z}{D}{}^{n-1}_a \frac{d\omega}{dz} = \overset{z}{D}{}^n_a \omega - \frac{a^{-p}e^{-a}}{\Gamma(1-n)(z-a)^n};$$

demnach wird die derivirte Differentialgleichung zu

$$z \overset{z}{D}{}^{n+1}_a \omega + (p+n+z) \overset{z}{D}{}^n_a \omega + n \overset{z}{D}{}^{n-1}_a \omega = \frac{a^{1-p}e^{-a}}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}};$$

worin die untere Grenze a willkürlich ist. Zu dieser Differentialgleichung, die wir in der Form

175) $$z\frac{d^2\varphi}{dz^2} + (p+n+z)\frac{d\varphi}{dz} + n\varphi = \frac{a^{1-p}e^{-a}}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}}$$

schreiben wollen, gehört vermöge ihrer Herleitung das Integral

$$\varphi = \overset{z}{D}{}^{n-1}_a \omega = \overset{z}{D}{}^{n-1}_a \frac{e^{-z}}{z^p}$$

oder auch nach 174)

$$\varphi = e^{-2ip\pi} \overset{z}{D}{}^{n-1}_a \frac{e^{-z}}{z^p} + \frac{2i\pi \cdot e^{-ip(h-1)\pi} \sin ph\pi}{\Gamma(1-n)\Gamma(p) \sin p\pi} \overset{t=0}{D}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^n}.$$

Daraus kann man aber nicht schliessen, dass die letzte, nach t zu nehmende Derivation für sich allein der homogenen Differentialgleichung genügt, aus dem einfachen Grunde, weil die erste Derivation wegen des

Factors $e^{2ihp\pi}$ nicht mehr für sich allein der vollständigen Differentialgleichung genügt. Lässt man aber in 175) die bisher willkürliche Grösse a nach $+\infty$ convergiren, so wird daraus die homogene Differentialgleichung

$$z\frac{d^2\psi}{dz^2}+(p+n+z)\frac{d\psi}{dz}+n\psi=0 \qquad 176)$$

und dieser genügt sowohl

$$\psi=\overset{z}{D}{}^{n-1}_{\infty}\frac{e^{-z}}{z^p}$$

als auch

$$\psi=e^{-2ihp\pi}\overset{z}{D}{}^{n-1}_{\infty}\frac{e^{-z}}{z^p}+\frac{2i\pi e^{-ip(h-1)\pi}}{\Gamma(1-n)\Gamma(p)}\frac{\sin ph\pi}{\sin p\pi}\overset{t=0}{D}{}^{p-1}_{t=\infty}\frac{e^{-t}}{(z-t)^n}.$$

Daher ist zunächst die vollständige Lösung von 176):

$$\psi=c_1\overset{z}{D}{}^{n-1}_{\infty}\frac{e^{-z}}{z^p}+c_2\overset{t=0}{D}{}^{p-1}_{t=\infty}\frac{e^{-t}}{(z-t)^n}, \qquad 177)$$

und nun lässt sich auch die vollständige Lösung von 175) angeben, nämlich:

$$\psi=\overset{z}{D}{}^{n-1}_{a}\frac{e^{-z}}{z^p}+c_1\overset{z}{D}{}^{n-1}_{\infty}\frac{e^{-z}}{z^p}+c_2\overset{t=0}{D}{}^{p-1}_{t=\infty}\frac{e^{-t}}{(z-t)^n}. \qquad 178)$$

Ist $\mathrm{real}(1-p)>0$, so lässt sich von 176) auch noch eine andere Particularlösung angeben, man kann dann nämlich in 175) $a=0$ nehmen, um diese Differentialgleichung in eine homogene zu überführen; es ist also auch

$$\psi_1=\overset{z}{D}{}^{n-1}_{0}\frac{e^{-z}}{z^p} \qquad \mathrm{real}\,(1-p)>0$$

eine Particularlösung von 176). Nach 177) schliessen wir hieraus auf eine lineare Beziehung zwischen den drei Derivationen

$$\overset{z}{D}{}^{n-1}_{0}\frac{e^{-z}}{z^p},\qquad \overset{z}{D}{}^{n-1}_{\infty}\frac{e^{-z}}{z^p},\qquad \overset{t=0}{D}{}^{p-1}_{t=\infty}\frac{e^{-t}}{(z-t)^n},$$

und diese lautet:

$$\overset{z}{D}{}^{n-1}_{\infty}\frac{e^{-z}}{z^p}=\frac{\Gamma(1-p)}{\Gamma(1-n)}e^{-ip\pi}\overset{t=0}{D}{}^{p-1}_{t=\infty}\frac{e^{-t}}{(z-t)^n}+\overset{z}{D}{}^{n-1}_{0}\frac{e^{-z}}{z^p} \qquad \mathrm{real}\,(1-p)>0,$$

und lässt sich sehr leicht verificiren.

Es möge auch erwähnt werden, dass sich, wie Weiler gezeigt hat (Crelle's Journal 51), mittelst passender Substitutionen die folgende allgemeine Differentialgleichung

$$(p_2+q_2z)\frac{d^2\psi}{dz^2}+(p_1+q_1z)\frac{d\psi}{dz}+(p_0+q_0z)\psi=0$$

stets auf die einfachere 176) zurückführen lässt.

Ferner lässt sich aus 175) durch nochmalige Differentiation eine Differentialgleichung dritter Ordnung bilden und vollständig integriren, nämlich, wenn man χ statt φ schreibt,

$$\begin{aligned}z(z-a)\frac{d^3\chi}{dz^3}+[z^2+(2n+p-a+2)z-(p+n+1)a]\frac{d^2\chi}{dz^2}\\ +[(2n+2)z+(p+n-a)(n+1)]\frac{d\chi}{dz}+n(n+1)\chi=0;\end{aligned} \qquad 179)$$

und ihre Integralgleichung ist:

180) $$\chi = c_1 \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_2 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_3 \overset{t=0}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^n},$$

ausgenommen, n ist eine ganze positive Zahl, oder $a = 0$. Ist n eine ganze positive Zahl $= \nu$, so findet sich nach derselben Methode, wie sie schon früher angewandt wurde,

180a) $$\chi = c_1 \int_{K_z} \frac{e^{-t} l(t-z)\, dt}{t^p (t-z)^\nu} + c_2 \overset{z}{D}{}^{\nu-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_3 \overset{t=0}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^\nu};$$

und um den Fall $a = 0$ zu erledigen, schreiben wir vorerst statt 180)

$$\chi = c_1 \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_2 \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_3 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p},$$

was wir wegen der oben erwähnten linearen Beziehung unter der Voraussetzung real $(1-p) > 0$ dürfen. Wird $a = 0$, so werden die ersten beiden Particularlösungen einander gleich; wir bilden daher aus ihnen die neue Particularlösung

$$\chi' = \operatorname{Lim} \frac{1}{\delta} \left[\overset{z}{\underset{\delta}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} - \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} \right]_{\delta = 0} = \left[\frac{\partial}{\partial a} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} \right]_{(a=0)},$$

was im Wesentlichen darauf hinauskommt, den Differentialquotienten der Derivation nach der unteren Grenze zu bestimmen. Das ist nun sehr einfach, und man hat allgemein nach 61)

181) $$\frac{\partial}{\partial a} \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} f(z) = -\frac{1}{\Gamma(-n)} \frac{f(a)}{(z-a)^{n+1}},$$

wenn die Grösse a in $f(z)$ nicht als Parameter vorkommt. In unserem Falle ist also, abgesehen von einer Constanten,

$$\chi' = \frac{1}{z^n}$$

und die vollständige Lösung lautet

$$\chi = \frac{c_1}{z^n} + c_2 \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_3 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p},$$

unter der Bedingung real $(1-p) > 0$. Man kann diese Bedingung nun auch wegschaffen, wenn man für die zweite Particularlösung wieder mittelst der linearen Beziehung die früheren beiden einführt, nämlich:

180b) $$\chi = \frac{c_1}{z^n} + c_2 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^{n-1} \frac{e^{-z}}{z^p} + c_3 \overset{t=0}{\underset{t=\infty}{D}}{}^{p-1} \frac{e^{-t}}{(z-t)^n} \qquad a = 0.$$

Die Lösungen von 179) sind hiemit für alle Fälle durchgeführt.

7.

Behufs nachheriger Anwendung betrachten wir noch die Derivationen der beiden Functionen

$$f(z) = \frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}}; \qquad f(z) = \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}.$$

Für die erste Function genügt die Bemerkung, dass dieselbe durchgängig endlich, stetig und eindeutig ist, also wird auch ihre Derivation nirgends im Endlichen einen Ausnahmepunkt haben, also

182) $$\left\{ \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} \frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \right\} = \overset{z}{\underset{a}{D}}{}^{n} \frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}}.$$

Anders ist es bei der zweiten Function, welche zweiwerthig ist und für $z=0$ unendlich und unstetig wird. Ein einmaliger Umlauf um diesen Punkt liefert

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \right\} = -\,{}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_0} \frac{\cos\sqrt{t}\,.\,dt}{\sqrt{t}(z-t)^{n+1}},$$

dagegen ein zweimaliger Umlauf

$$\left\{ {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \right\} = {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_0} \frac{\cos\sqrt{t}\,dt}{\sqrt{t}(z-t)^{n+1}} - \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_0} \frac{\cos\sqrt{t}\,dt}{\sqrt{t}(z-t)^{n+1}}$$

$$= {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}.$$

Ein zweimaliger Umlauf hat also gar keine Wirkung. Allgemein hat eine ungerade Anzahl von Umläufen um den Nullpunkt die Wirkung eines einzigen Umlaufes, und eine gerade Anzahl von Umläufen gar keine Wirkung. Die vorletzte Gleichung lässt sich noch etwas anders schreiben, nämlich es ist einerseits

$$\frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_0} \frac{\cos\sqrt{t}}{(z-t)^{n+1}} \frac{dt}{\sqrt{t}} = \frac{2i\pi}{\Gamma(-n)\cdot\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)^2} {}_a^{t-0} D^{-\frac{1}{2}} \frac{\cos\sqrt{z}}{(z-t)^{n+1}} = \frac{2}{\Gamma(-n)} \int_a^0 \frac{\cos\sqrt{t}}{(z-t)^{n+1}} \frac{dt}{\sqrt{t}},$$

anderseits ist weiter für real $n<0$

$$ {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} = \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_a^z \frac{\cos\sqrt{t}}{(z-t)^{n+1}} \frac{dt}{\sqrt{t}};$$

daher

$$-\,{}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} + \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_{K_0} \frac{\cos\sqrt{z}}{(z-t)^{n+1}} \frac{dt}{\sqrt{t}} = {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} - \frac{2}{\Gamma(-n)} \int_0^z \frac{\cos\sqrt{z}}{(z-t)^{n+1}} \frac{dt}{\sqrt{t}}$$

$$= {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} - 2\,{}_0^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}.$$

Das gilt nun auch für beliebige n, wie man durch Differentiation nach z leicht findet; somit ist schliesslich

$$\left.\begin{aligned} \left\{ {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \right\} &= {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \\ \left\{ {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \right\} &= {}_a^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} - 2\,{}_0^z D^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}, \end{aligned}\right\} \quad (183)$$

wo sich die erste Gleichung auf eine gerade, die zweite auf eine ungerade Anzahl von Umläufen von z um den Nullpunkt bezieht. Wir gehen nun aus von der Differentialgleichung

$$4z\frac{d^2\omega}{dz^2} + 6\frac{d\omega}{dz} + \omega = 0,$$

zu der die beiden Integrale gehören:

$$\omega = \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \text{ und } \omega = \frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}}.$$

Wir nehmen zuerst

$$\omega = \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}},$$

und deriviren die Differentialgleichung

$$4z\omega'' + 6\omega' + \omega = 0,$$

nach der schon wiederholt gezeigten Methode; dann wird, wenn man zur Abkürzung

$$\overset{z}{D}_{a}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}=\varphi$$

setzt

184) $$4z\frac{d^2\varphi}{dz^2}+(4n+6)\frac{d\varphi}{dz}+\varphi=-\frac{2\sin\sqrt{a}}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}}+\frac{4\sqrt{a}\cos\sqrt{a}}{\Gamma(-1-n)(z-a)^{n+2}}$$

Von dieser Differentialgleichung ist zufolge der Herleitung

$$\varphi=\overset{z}{D}_{a}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}$$

eine Particularlösung, daher ist nach 183)

$$\psi_1=\overset{z}{D}_{0}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}$$

eine Particularlösung von der homogenen Differentialgleichung

185) $$4z\frac{d^2\psi}{dz^2}+(4n+6)\frac{d\psi}{dz}+\psi=0,$$

wie man auch leicht erfährt, wenn man in 184) $a=0$ setzt.

Setzt man in 184) $\text{real}(n+1)>0$; so liefert der Grenzübergang zu $a=\infty$ ebenfalls die homogene Differentialgleichung 185); zu derselben gehört somit auch die Particularlösung

$$\psi_2=\overset{z}{D}_{\infty}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}\qquad\qquad \text{real}\,(n+1)>0.$$

Ist $n=\nu$ eine ganze positive Zahl, so werden diese beiden Particularlösungen gleich, und man hat dann statt ihrer zu nehmen:

186) $$\psi=c_1\int_{K_z}\frac{\cos\sqrt{t}.l(t-z)}{\sqrt{t}.(t-z)^{\nu+1}}\,dt+c_2\overset{z}{D}_{\infty}^{\nu}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}\qquad\qquad n=\nu,$$

wobei K_z eine vom Nullpunkt ausgehende um z gelegte Schlinge ist. Die Lösung von 184) lautet:

187) $$\varphi=\overset{z}{D}_{a}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}+c_1\overset{z}{D}_{0}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}+c_2\overset{z}{D}_{\infty}^{n}\frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}\qquad\qquad \text{real}\,(n+1)>0.$$

Ist in 184) n eine ganze positive Zahl $=\nu$, so übergeht diese Differentialgleichung in die homogene 185), zu der dann das Lösungssystem 186) gehört.

Nehmen wir in der obigen Differentialgleichung

$$\omega=\frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}},$$

so führt das auf die Differentialgleichung

188) $$4z\frac{d^2\chi}{dz^2}+(4n+6)\frac{d\chi}{dz}+\chi=\frac{2\cos\sqrt{a}}{\Gamma(-n)(z-a)^{n+1}}+\frac{4\sqrt{a}\sin\sqrt{a}}{\Gamma(-1-n)(z-a)^{n+2}},$$

und zu dieser gehört die Lösung:

$$\chi=\overset{z}{D}_{a}^{n}\frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}}+\psi,$$

worin für ψ die angegebenen Ausdrücke zu setzen sind. Lässt man auch in 188) $a = \infty$ werden, während real $(n+1) > 0$ vorausgesetzt wird, so erhält man ebenfalls die homogene Differentialgleichung 185), und zu dieser gehört somit auch die Particularlösung

$$\psi_3 = \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^n \frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}} \qquad \text{real}\,(n+1) > 0.$$

Wir schliessen daraus, dass zwischen ψ_1, ψ_2 und ψ_3 eine lineare Beziehung von der Form

$$c_1 \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} + c_2 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} + c_3 \overset{z}{\underset{\infty}{D}}{}^n \frac{\sin\sqrt{z}}{\sqrt{z}} = 0 \qquad \text{real}\,(n+1) > 0$$

besteht, deren Aufsuchung und Verificirung dem Leser überlassen bleiben möge.

Wir haben zu der Differentialgleichung 185)

$$4z \frac{d^2\psi}{dz^2} + (4n+6) \frac{d\psi}{dz} + \psi = 0$$

das allgemein giltige Particularintegral

$$\psi_1 = \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^n \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}$$

gefunden. Es sei nun h eine ganze positive Zahl oder auch Null, so setzen wir

$$n = -h - \frac{1}{2},$$

dann kommt:

$$\left.\begin{aligned} 4z \frac{d^2\psi}{dz^2} + (4-4h) \frac{d\psi}{dv} + \psi = 0 \\ \psi_1 = \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{-h-\frac{1}{2}} \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}} = \frac{1}{\Gamma\left(h+\frac{1}{2}\right)} \int_0^z \frac{\cos\sqrt{t}}{\sqrt{z}} (z-t)^{h-\frac{1}{2}}\, dt. \end{aligned}\right\} \quad 190)$$

Substituirt man weiter

$$\psi_1 = y . z^{\frac{h}{2}},$$

so erhält man

$$4z^2 \frac{d^2y}{dz^2} + 4z \frac{dy}{dz} + (z-h^2) y = 0$$

$$y = \frac{z^{-\frac{h}{2}}}{\Gamma\left(h+\frac{1}{2}\right)} \int_0^z \frac{\cos\sqrt{t}}{\sqrt{t}} (z-t)^{h-\frac{1}{2}}\, dt.$$

Setzt man nun noch

$$z = x^2,$$

so wird schliesslich:

$$\left.\begin{aligned} x^2 \frac{d^2y}{dx^2} + x \frac{dy}{dx} + (x^2-h^2) y = 0 \\ y = \frac{x^{-h}}{\Gamma\left(h+\frac{1}{2}\right)} \int_0^x \frac{\cos\sqrt{t}}{\sqrt{t}} (x^2-t)^{h-\frac{1}{2}}\, dt = \frac{2x^h}{\Gamma\left(h+\frac{1}{2}\right)} \int_0^1 \cos(xt)\,(1-t^2)^{\frac{2h-1}{2}}\, dt, \end{aligned}\right\} \quad 191)$$

wobei im Integrale statt $t \ldots x^2t^2$ substituirt wurde.

Die Differentialgleichung 191) ist die Bessel'sche Differentialgleichung, und ein particuläres Integral derselben ist die Bessel'sche Function von der Ordnung h; nämlich

$$y = 2^h \sqrt{\pi}\, J^{(h)}(x),$$

so dass für $J^{(h)}(x)$ die bekannte Darstellung resultirt:

$$J^{(h)}(x) = \frac{2.x^h}{1.3.5..(2h-1).\pi} \int_0^1 \cos(xt).(1-t^2)^{\frac{2h-1}{2}} dt,$$

und anderseits findet sich, wenn man die vorigen Substitutionen in umgekehrter Anordnung anwendet,

192) $$J^{(h)}(\sqrt{z}) = \frac{1}{2^h z^{\frac{h}{2}} \sqrt{\pi}} \cdot \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^{-h-\frac{1}{2}} \frac{\cos\sqrt{z}}{\sqrt{z}}.$$

Durch Differentiation nach z leitet man hieraus ohne Mühe die bekannte Beziehung

$$h.J^{(h)}(x) + x\frac{dJ^{(h)}(x)}{dx} = xJ^{(h-1)}(x)$$

ab. Die rechte Seite der Gleichung 192) hat auch bei beliebigem complexen h einen Sinn, und es kann daher diese Gleichung zur Definition der verallgemeinerten Bessel'schen Function dienen. Für diese folgt dann vermöge der III. Fundamentaleigenschaft der Derivation:

193) $$2^n \overset{z}{\underset{0}{D}}{}^n [z^{\frac{h}{2}} J^{(h)}(\sqrt{z})] = z^{\frac{h-n}{2}} J^{(h-n)}(\sqrt{z}) \qquad \text{real}\,(h+1) > 0,$$

worin n ganz beliebig ist. Unter der Voraussetzung real $n < 0$ lässt sich die Derivation durch das bestimmte Integral darstellen; es wird dann

$$\frac{2^n}{\Gamma(-n)} \int_0^z \frac{t^{\frac{h}{2}} J^{(h)}(\sqrt{t})}{(z-t)^{n+1}} dt = z^{\frac{h-n}{2}} J^{(h-n)}(\sqrt{z}) \qquad \begin{matrix} \text{real}\,(h+1) > 0 \\ \text{real}\, n < 0. \end{matrix}$$

Lässt man t^2 an die Stelle von t, und z^2 an die Stelle von z treten, so erhält man daraus die Integralformel:

194) $$\int_0^z \frac{t^{h+1} J^{(h)}(t)}{(z^2-t^2)^{n+1}} dt = \frac{\Gamma(-n).z^{h-n}}{2^{n+1}} J^{(h-n)}(z) \qquad \begin{matrix} \text{real}\,(h+1) > 0 \\ \text{real}\, n < 0. \end{matrix}$$

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

ONTOGENIE UND PHYLOGENIE DER PFLANZEN

AUF PALÄONTOLOGISCHER GRUNDLAGE

VON

Prof. Dr. CONSTANTIN Freiherrn von ETTINGSHAUSEN,

C. M. K. AKAD.

UND

Prof. FRANZ KRAŠAN.

(Mit 7 Tafeln in Naturselbstdruck und 1 Textfigur.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 7. NOVEMBER 1889.

Die aufmerksame Beobachtung der lebenden Pflanzen lässt unzweifelhafte Annäherung zu den fossilen Pflanzen erkennen. Selbstverständlich muss hiezu zuerst ein genügend reichhaltiges Vergleichsmaterial von fossilen Pflanzen vorhanden sein, ohne welches ja die Annäherungsformen der lebenden gar nicht festgestellt werden könnten.

Theils zur Begründung des Folgenden, theils zum allgemeinen Verständnisse dieser Sache sei es uns gegönnt, in Kürze auseinanderzusetzen, nach welcher Methode seit einer langen Reihe von Jahren das zu den genannten eingehenden Vergleichungen nöthige Material von fossilen Pflanzen gewonnen worden ist. Während man nach dem gewöhnlichen auch jetzt noch oft angewendeten Verfahren die Pflanzenreste führenden Gesteine mittelst des Hammers spaltet um auf gut Glück die eingeschlossenen Fossilien bloszulegen, wobei man nur zu oft jene Schichtfläche nicht trifft, längs welchen die Fossilien abgelagert sind, besteht diese Methode in einer Selbstspaltung der Gesteine auf physikalischem Wege. Man verschafft sich eine grössere Quantität fossilienhältiger Gesteine aus den Lagerstätten der fossilen Pflanzen. Diese Gesteine werden längere Zeit hindurch mit Feuchtigkeit durchtränkt, so dass sich die zahlreichen oft äusserst kleinen Hohlräume, welche längs der Einschlüsse im Sedimentgestein stets vorkommen, mit Wasser gefüllt haben. Hierauf werden die Gesteine bei Einwirkung einer Kälte von mindestens 10° R. dem Getrieren ausgesetzt; diese öffnen sich sodann von selbst gerade längs jener Schichtflächen, welche die Fossilien enthalten. Nach einer approximativen Schätzung erhält man bei dem gewöhnlichen Verfahren mittelst Hammerschlages 5% der Fossilien in genügender Erhaltung, nach obiger Methode aber 90% vorzüglich erhaltener Fossilien. Es ist noch ein besonderer Vorzug der Frostsprengung, dass man hartes, unverwittertes Gesteinmaterial aus den Tiefschichten benützen kann, in welchen die Reste weit besser erhalten sind, als in den oberflächlichen verwitterten und leichter spaltbaren Schichten.

Das eben Gesagte dürfte genügend klarlegen, dass die richtige Methode befolgt worden ist, um ein ebenso reichhaltiges als instructives Vergleichsmaterial zu jenen Untersuchungen herbeizuschaffen, welche hauptsächlich die lebende Pflanze zum Gegenstande haben und denen man, weil es sich hiebei lediglich um die Erforschung der Abstammung handelt, den Namen „phylogenetische Untersuchungen" wohl beilegen darf.

Sind aber solche Untersuchungen überhaupt durchführbar? Und kann es eine Methode geben, welche entsprechend der oben angeführten ein sicheres und instructives Material aus der lebenden Pflanzenwelt hiefür herbeischafft? Die Beantwortung dieser Fragen ist der hauptsächlichste Gegenstand dieser einleitenden Bemerkungen.

Die erste Frage muss nach dem gegenwärtigen Standpunkte dieser Forschungen bejaht werden. Zu einer stattlichen Reihe von fossilen Pflanzenarten sind die nächstverwandten lebenden gefunden und es sind besondere Annäherungsformen der letzteren zu den ersteren beobachtet worden. Der Wald und die Culturen haben solche in Hülle und Fülle geliefert. Anfänglich hatten wir die Annäherungsformen, so wichtig sie uns erschienen, doch nur für zufällige Bildungen gehalten und die veranlassende Ursache derselben nicht gekannt. Erst vor wenigen Jahren hat Herr Prof. Franz Krašan auf einem Spaziergange zum Hilmteich bei Graz unter den Herbstabfällen eines Baumes von *Quercus sessiliflora* ganz seltsame, dieser Eiche fremde Blattformen entdeckt, welche er in das phyto-paläontologische Laboratorium brachte. Da wurden selbe mit den Blättern fossiler Eichen verglichen und manche als die wahren Ebenbilder derselben erkannt. Nun sind wir aber durch diese Entdeckung auf die Entstehungsursache dieser atavistischen Erscheinungen gekommen. Der erwähnte Baum war von einem starken Frost im vorausgegangenen Frühjahre vollständig entlaubt worden. Die nachher entstandenen Sprosse waren die Erzeuger der atavistischen Formen. Durch diese Erkenntniss lag auch sofort der Weg vor uns, auf welchem man zu einem reichhaltigen phylogenetischen Material gelangen kann, und wir beobachteten und untersuchten verschiedene Gewächse, welche uns nach der entsprechenden Frosteinwirkung Aufschlüsse über ihre Annäherung zur Urflora gegeben haben. Es wurden auch noch andere Hemmungsursachen als solche erkannt, welche die Pflanze zur regressiven Bildung veranlassen; wir übergehen dieselben jedoch hier mit dem Bemerken, dass der Frost in dieser Beziehung bei weitem wirksamer ist. Hiermit haben wir auch die Beantwortung der zweiten Frage erledigt.

Es erübrigt nur noch an einem Beispiele zu zeigen, dass es auf diesem Wege nicht nur möglich ist phylogenetische Thatsachen überhaupt zu gewinnen, sondern auch den Zusammenhang dieser Thatsachen und den Stammbaum mancher Pflanzenarten zu finden.

Es muss vorausgeschickt werden, dass im Formenkreise der *Fagus Feroniae* (Tertiärbuche), zu welcher auch *Fagus Deucalionis* und *F. insueta* Ludw. sp. als Varietäten gehören, unsere Waldbuche, die nordamerikanische und die japanische Buche vorgebildet sind. (Man hat auch in Nordamerika und in Japan die Tertiarbuche nachgewiesen.) Zu den interessantesten nach der Frosteinwirkung gebildeten (atavistischen) Formen, welche unsere Waldbuche hervorbringt, gehören die Verbindungsformen, zwischen der Waldbuche selbst und der Tertiärbuche; die Form *crenata,* welche die vollkommenste Nachbildung der japanischen Buche *(Fagus Sieboldi)* ist und die Form *plurinervia,* welche als Analogie der nordamerikanischen Buche *(F. ferruginea)* betrachtet werden kann. Es ist also die Waldbuche gleichsam in die Tertiärbuche zurückverwandelt worden und konnte stellenweise die Fähigkeit erlangen, ihre Schwesterarten nachzubilden. Hiedurch ist der unmittelbare Beweis geliefert, dass die drei oben genannten lebenden Buchenarten von der Tertiärbuche abstammen.

Die vorliegende Abhandlung, welche sich den in den Denkschriften Bd. LIV—LVI veröffentlichten über die atavistischen Pflanzenformen anschliesst, bringt eine Reihe neuer Beiträge zur Abstammungslehre und zu den Berührungspunkten von Ontogenie und Phylogenie. Wir brauchen hier wohl nicht von neuem auseinanderzusetzen, dass die Geschichte der Formentwicklung der Gewächse, wenn sie uns auch selbst bei heterotypischen Pflanzen nicht gestattet, die mehr conventionelle als in der Natur begründete „Art" oder Species zu umgehen, doch keineswegs in diesem (für manche Fälle widerspruchsvollen) Begriffe irgendwelche Stütze findet; sie baut sich vielmehr auf der solideren Basis der Morphologie der Individuen auf. Wir erblicken

daher in der Fortsetzung solcher Studien unsere nächste Aufgabe darin, den Schatz der Thatsachen theils durch weitere Beobachtungen an lebenden Pflanzen, theils durch Vergleichung der gelegentlich auftretenden oder auch in periodischer Entwicklung stetig sich wiederholenden Formelemente mit vorweltlichen Typen zu mehren.

Noch immer beschäftigt uns die Gattung *Quercus:* ist doch die Menge der in das Gebiet der Phylogenie eingreifenden Formerscheinungen gerade hier, und namentlich bei *Q. sessiliflora*, unerschöpflich zu nennen. Andererseits empfiehlt sich das Studium der Heterotypie unserer Wintereiche auch dadurch, dass die in den verschiedensten Gegenden Europas weilenden Forscher fast überall Gelegenheit haben, wenn nicht alle, so doch einige der in Rede stehenden Erscheinungen durch Autopsie kennen zu lernen.

Die Heterotypie war schon den Urgattungen *Walchia* und *Voltzia* eigen. In der Tertiärzeit ragen als besonders heterotype Arten *Glyptostrobus europaeus* und *G. Ungeri* hervor, neben den mehrerlei Species der *Sequoia*, von der eine Art, *S. Reichenbachii* Heer, sich bereits in der Kreidezeit durch ihren wandelbaren Charakter bemerkbar macht. Von dicotyledonischen Pflanzen ist im Tertiär vorzugsweise *Populus mutabilis* A. Br. als heterotyper Baum gut bekannt. Gewiss wäre aber die Zahl der bekannten heterotypen Arten eine viel grössere, wenn sich häufiger ganze beblätterte Zweige im fossilen Zustande vorfinden würden. Ein so eclatanter Fall wie bei *Populus mutabilis* ist eben sehr selten; denn nicht zum geringsten Theile verdankt Oeningen seine Berühmtheit als Fundstätte fossiler Pflanzen den sehr zahlreichen, ausgezeichnet gut erhaltenen Resten dieser Pappel, wovon nicht nur viele vom Zweige getrennte Blätter, sondern auch Blütenkätzchen, Früchte und ganze beblätterte Zweige bekannt sind. Würden die von Natur aus zusammengehörigen Blätter getrennt, mannigfach zerstreut und mit anderen Fossilien vermengt dem Forscher vorliegen, so könnte derselbe sich schwerlich entschliessen, die gezähnten breiten und die ganzrandigen schmalen Formen einer und derselben Species zuzuweisen. Es gibt nur noch eine Möglichkeit, die Zusammengehörigkeit heterotypischer Fossilformen zu erkennen, dann nämlich, wenn dieselben an mehreren Orten in gleicher Vergesellschaftung von Übergangsgestalten wiederkehren und jedesmal in sehr beschränktem Raume, aber in grosser Zahl (wie z. B. in Parschlug); denn alsdann weisen die mehrfachen Übergänge, mitunter auf ein und derselben Steinplatte, auf den gemeinsamen Ursprung von ein und demselben Baumstamme oder Pflanzenstocke hin. Man wird selbstverständlich um so sicherer bestimmen können, was auf einem Stocke gewachsen ist und was mehreren Mutterstöcken, respective wirklichen Varietäten oder gar Arten angehört, je vollständiger die Fundstätte ausgebeutet wurde.

I. Die Galleichen.

Unter den Eichen der gemässigten Zone gibt es keine Formengruppe, die man mit besserem Recht proteusartig nennen könnte, als die Galleichen (*Galliferae* Endl.), von denen einige den älteren Botanikern unter dem Namen *Q. infectoria* Oliv. bekannt sind. Die Mehrzahl der Galleichen ist aber in neuerer Zeit von De Candolle (Prodromus, Bd. XVI, p. 17—19) zu der gliederreichen Collectivspecies *Q. Lusitanica* vereinigt worden. Nachdem Dr. Kotschy auf seinen Forschungsreisen mehrere Arten, respective Formen der östlichen Mittelmeerländer kennen gelernt und sammt einigen spanischen und portugiesischen in seinem Prachtwerke „Die Eichen Europas und des Orients" durch ausführliche Beschreibungen und bis auf das Adernetz der Blätter, das nicht bis ins Detail berücksichtigt wurde, naturgetreue Abbildungen dargestellt hatte, war die Summe der Einzelkenntnisse aus dieser Gruppe nicht nur bezüglich der in derselben vertretenen Blattformen sondern auch hinsichtlich ihrer geographischen Verbreitung um ein Namhaftes vermehrt worden. Eine grosse Menge von Vergleichsmaterial wurde auf den orientalischen und anderen Reisen gesammelt; es diente seinerzeit De Candolle zum Behufe einer befriedigenderen Artbestimmung, respective Artgliederung, und man kann nicht mehr sagen, die oder jene Art beruhe nur auf „einem Exemplar", dort hätte man eine „Form" zum Speciesrange erhoben, weil die vermittelnden Glieder nicht bekannt gewesen wären, während man hier einen wirklich specifischen Typus zu einer Varietät oder Subvarietät degradirt hätte. Wenn es trotzdem nicht gelang,

eine so bestimmte Art- und Formabgrenzung zu erzielen, wie bei so vielen anderen Gattungen, so liegt das in der Constitution oder Eigenart der Galliferen, welche sich, wie bald genauer auseinandergesetzt werden soll, als ein noch unfertiger, wenn auch umfangreicher Eichentypus darstellen. Es wird das bisher allgemein beobachtete systematische Rangiren einerseits durch das scheinbar gesetzlose Durcheinandergreifen aller Charaktere, andererseits durch die ungleichmässige Vertheilung der Formelemente an Individuen von notorisch sehr naher Abstammungsverwandtschaft, vor Allem aber durch die fast schrankenlose Heterotypie fast unmöglich.

Versuchen wir nun, zunächst ohne Rücksicht auf die phylogenetischen Verwandtschaftsbeziehungen der Formen untereinander, uns in diesem Gewirre einigermassen zu orientiren, indem wir die allen gemeinsamen Charaktere hervorheben und ihre Nachbarschaft zu den übrigen Eichen einer kurzen Erörterung unterziehen.

In den männlichen Kätzchen, wie nicht minder in den Einzelnheiten des Perigons ist derselbe Typus realisirt wie bei den Prinoiden und Roburoiden; wenn mitunter in der Länge und Form der Sepalen eine Differenz bemerkbar wird, so ist sie zu wenig beständig und durchgreifend, um ein systematisches Merkmal zu begründen. Das Gleiche kann man im Allgemeinen von der Frucht sagen, die in der Regel sehr kurz gestielt ist; doch macht immerhin die (im Vergleich zu den Roburoiden) grössere und tiefere, aussen braunfilzige Cupula mit ihrer dicken massigen Wandung eine Ausnahme; ihre Tiefe gleicht in der Regel dem Durchmesser an der Mündung, während bei *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* dieselbe höchstens $^2/_3$ und bei *Q. pedunculata* fast nie über die Hälfte der Mündungsweite beträgt. Die Schuppen sind ähnlich wie bei den genannten Arten, doch meist etwas grösser, auch pflegt ihre Basis in gleicher weise wie bei *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* oder bei den Prinoiden etwas aufgetrieben oder selbst warzig-höckerig zu sein. Die Nuss bietet, den roburoiden Eichen gegenüber, keine Unterscheidungsmerkmale; sie ist, völlig ausgewachsen, eilänglich, glatt, an der Spitze bald etwas genabelt, bald gerundet, mit kurzer Griffelspitze. Das Blatt ist mehr oder weniger lang gestielt, im Übrigen sehr mannigfaltig gestaltet; eine Übereinstimmung bemerkt man darin, dass die Basis der Lamina nie keilförmig gespitzt ist und nicht über der Mitte (wie bei den Roburoiden am Normalblatt) oder nahe an der Spitze wie bei den Prinoiden ihre grösste Breite hat; nur bei gewissen Formen, welche der *Q. pubescens* sehr nahe stehen, wird eine Ausnahme beobachtet (Taf. II, Fig. 18, 19), vielmehr ist die Spreite in der Regel elliptisch, bald breiter, bald schmäler, meist vorn stumpf, am Grunde abgerundet oder fast herzförmig ausgerandet, buchtig gezähnt, mit spitzen oder stumpflichen Zähnen, oft auch ganzrandig, wornach mehrerlei Modificationen unterschieden werden. Der Blattstiel ist oben flach (bei *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* dagegen am Normalblatt mit einer deutlichen Längsfurche oder Rinne versehen). Im Jugendzustand sind Blätter und Sprossachsen filzig behaart, erstere besonders dicht an der Unterseite; bei zahlreichen Varietäten und Spielarten verkahlen sie aber später vollständig.

Ausgezeichnet sind die Galleichen ferner durch die derbe, oft lederige Consistenz ihrer Blätter, welche meist bis ins nächste Frühjahr grün bleiben. Kahl werden diese Eichen nie, denn bevor all' ihre Blätter abgefallen sind, erscheint am Zweige schon neues Laub. In keiner anderen Gruppe sind Gallapfelbildungen (durch Cynipiden veranlasst) so häufig wie hier und das Blatt zeigt sich in dem Masse bildsam und polymorph (richtiger gesagt: deformirt), als die Wachsthumsstörungen durch Angriffe von Insecten häufig sind.

Als besondere Blatttypen oder Formelemente unterscheiden wir folgende:

1. F. *elliptica.* Taf. I, Fig. 1—7, 10, 11, 15, 22. Blatt elliptisch, stumpf, ganzrandig, bald kurz, bald lang gestielt. Dieses unterscheidet sich vom Niederblatt der Roburoiden (Bd. LIV, Taf. I, Fig. 1; unsere Taf. I hier, Fig. 3, 9) durch die gerundete oder fast herzförmige Basis der Spreite; am meisten gleicht es dem Blatte an den fruchttragenden Zweigen der *Q. Ilex* (vergl. Bd. LVI, Taf. XII, Fig. 1—5).

2. F. *mediterranea.* Taf. I, Fig. 24, 28. Vergleichbar auch mit f. *obovata dentata* bei *Q. Ilex*, Bd. LVI, Taf. XIII, Fig. 7, welche grossentheils mit der von Unger als „*Q. mediterranea*" bezeichneten und beschriebenen Modification zusammenfällt.

3. F. *subpectinata.* Taf. I, Fig. 14, 17, 20, 21, 23, 27. Vergleichbar mit der Blattform der *Q. Ilex*, Bd. LVI, Taf. XII, Fig. 8, 14. Ein von der f. *mediterranea* nur wenig abweichendes Formelement, das aber sonderbarerweise nicht nur bei *Q. Ilex*, sondern auch bei manchen ostindischen (z. B. *Q. lanuginosa* Don., Bd. LVI, Taf. IX, Fig. 17) und amerikanischen Arten (z. B. *Q. mediterranea* [Ung.] Lesq., aus dem Tertiär von Florissant in Colorado Lesq. l. c. Tertiary, Taf. 28, Fig. 9) vertreten ist.

4. F. *alpestris.* Taf. I, Fig. 16, 19, 29. Lamina entfernt-schwachgezähnt, nach vorn um ein wenig breiter, am Grunde fast herzförmig. Bei *Q. alpestris* Boiss. (*Q. Lusitan.* var. *alpestris* De Cand.) und anderen Abänderungen dieser Gruppe.

5. F. *Mirbeckii.* Taf. II, Fig. 1. 2. Blatt gross, länglich-elliptisch bis breit-elliptisch, gleichmässig buchtig-gezähnt, am Grunde fast herzförmig. Bei *Q. Mirbeckii* Du Rieu, *Q. Boissieri* Kotschy.

6. F. *roburoides.* Bd. LVI, Taf. XV, Fig. 10; Taf. I, Fig. 13, 25; Taf. II, Fig. 6, 7, 9, 18, 20. Meist langgestieltes Blatt, dessen Spreite länglich oder länglich-verkehrteiförmig und buchtig gezähnt (mit grossentheils stumpfen Buchten) zu sein pflegt. Eine sehr häufig auftretende Blattform.

Ein eigens gestaltetes Subcarpalblatt scheint den Galleichen zu fehlen, dafür tritt sehr häufig eine Heterotypie in der Weise auf, dass im Laufe des Sommers ein kräftigerer Trieb zu Stande kommt, dessen 2—4 *dm* lange Sprosse blos Blätter von der f. *roburoides* hervorbringen, während an den im März und April entstehenden Sprossen das Laub den Charakter der f. *alpestris, mediterranea* oder einer anderen Modification trägt. Gewöhnlich sind von diesen Blatttypen 2 oder 3, seltener mehr, an einem Baume vertreten, doch so, dass die eine als die vorherrschende betrachtet werden kann, wornach die verschiedenen Arten, Subspecies und Varietäten unterschieden werden.

In der Fähigkeit des Nachtriebes gleichen die Galleichen gewissermassen den Roburoiden, nur dass bei diesen die im Juni und Juli entstehenden Nachsprosse nicht fruchtbar sind, bei jenen dagegen fructificiren, in jenen Fällen wenigstens, wo der Nachtrieb zeitig genug zu Stande kommt.

Die F. *roburoides* steht in der Buchtung der Lamina bereits der wirklichen *Robur*-Form so nahe, dass wir sie nicht im Mindesten für fremdartig halten, wo wir sie vereinzelt an einer *Q. sessiliflora* oder *Q. pubescens* antreffen. Andererseits greifen die Galleichen durch die übrigen Blatttypen in den Formenkreis der *Q. Ilex* ein; sie stellen sich also als eine zwischen diese und *Q. sessiliflora* (resp. *Q. pubescens*) eingeschaltete Gruppe dar, wofür auch die Functionsdauer der Blätter spricht, die selten mehr als ein Jahr beträgt, stets aber mehr als bei den mitteleuropäischen Eichen. Sie sind demnach nicht ganz immergrüne Bäume und Sträucher, sie gehören aber auch nicht zu den im Herbst ihr Laub verfärbenden und abwerfenden Lignosen.

Darnach möchte man vermuthen, dass sich die Galleichen müssten in phylogenetischer Ableitung auf *Q. Ilex* (resp. *Q. Palaeo-Ilex)* direct zurückführen lassen; allein es wurde schon oben darauf hingewiesen, wie wenig das Verhalten dieser Mediterran-Eiche an der nördlichen Grenze ihrer Verbreitung zu einer solchen Annahme berechtigt. Wir wollen daher nun sehen, ob sich in den fossilen Eichen des Tertiärs Anhaltspunkte hiezu finden.

Im Ober-Pliocän von Val d'Arno kommt die f. *roburoides* unzweifelhaft vor; man vergl. z. B. Gaudin's Fig. 12, Taf. 4 *(Q. Lucumonum)* mit Fig. 10 auf unserer Taf. XV, Bd. LVI, oder mit Fig. 7, 9, Taf. II, oder mit Fig. 13, 25 auf unserer Taf. I. Noch mehr, neben der f. *roburoides* haben sich in Val d'Arno auch Übergangsformen zu einem länglichen ganzrandigen Blatt vorgefunden, wie die Abbildungen der *Q. Lucumonum* Gaud. (l. c. Taf. 4, Fig. 11; Taf. 10, Fig. 12) beweisen. Andererseits ist das Blatt der *Q. Gaudini* Lesq. (l. c. Val d'Arno Taf. 6, Fig. 2) nicht anders beschaffen als jenes üppige, breite, vorn gezähnte Blatt der *Q. Ilex*, welches sich an den Stocktrieben und sonstigen Adventivsprossen entwickelt. In Fig. 5, Taf. 6 gibt aber Gaudin die Abbildung einer Übergangsform dieses Typus, welche sich merklich dem öfter vorkommenden länglichen, ganzrandigen Blatte (*Q. Laharpi* Gaud. l. c. Taf. 3, Fig. 5, 10) nähert, und in Fig. 4, Taf. 6 stellt er unter dem Namen *Q. Scillana* Gaud. ein Blatt dar, welches in seinem unteren Theile einerseits der f. *elliptica* der *Q. Ilex*, andererseits der *Q. Laharpi* entspricht, während es von der Mitte an buchtig gezähnt ist wie die f. *roburoides*

der *Q. infectoria*. In Fig. 11—13 auf Taf. 3 (Val d'Arno Gaud. l. c.) sehen wir drei Blätter als *Q. Scillana* abgebildet, die ohne Zweifel als eine Intermediärstufe zwischen *Q. Laharpi* Heer und *Q. infectoria*, f. *roburoides* gelten können, und dies um so mehr, da die Originalstücke in unmittelbarer Nähe der beiden Extreme gefunden worden sind.

Diese hier zusammengestellten Facta sprechen deutlich genug für die Annahme, dass in der späteren Periode des Pliocän in Oberitalien nicht nur Eichen, welche zur Species *Q. Ilex* gehören, in grosser Menge wuchsen (man kennt ja auch fossile Reste dieser Art von Massa Marittima, Lipari u. a. O.), sondern auch solche vom Charakter der *Q. infectoria*, und dass damals noch eine Eiche dort heimisch war, deren Hauptformelement von Heer als *Q. Laharpi* unterschieden worden ist. Da nun diese drei Typen sich als Extreme eines Formenschwarmes erweisen, innerhalb dessen die mannigfaltigsten Combinationen (Übergänge jener drei Typen) vorkommen, und zwar auch derart, dass auf ein und demselben Blatte je zwei Typen realisirt erscheinen — so vermögen wir in diesem Verhalten der damaligen Eichen Oberitaliens nur einen um so kräftigeren Beweis für eine Heterotypie zu erkennen, die in den verschiedensten Graden an denselben zur Ausbildung kam.

Wir stellen uns den genetischen Vorgang, mit Hinblick auf die Heterotypie lebender Eichenbäume, als eine successive Verdrängung des einen Formelementes durch das andere vor. Es muss demnach Bäume einer bestimmten Generationsreihe gegeben haben, an denen alle drei Typen vertreten waren; von dieser Generationsreihe zweigten sich Individuen ab, wo z. B. das wesentliche Formelement der *Q. Ilex* die Oberhand gegenüber den anderen gewann; unter anderen Umständen gingen aus der Reihe Bäume hervor, welche mehr Blätter von der f. *roburoides* trugen als von anderer Gestalt; es blieben aber lange noch Individuen mit vorwaltender f. *Laharpi*, bis endlich auch diese theils der f. *mediterranea*, theils der f. *roburoides* weichen musste. Gegenwärtig sind Eichen mit vorwiegendem *Laharpi*-Blatt im Bereiche des Mittelmeerbeckens nicht bekannt, man findet davon nur mehr Spuren in Combinationen mit anderen Formelementen der *Q. Ilex* und *Q. infectoria*.

Auch mit f. *Drymeja* combinirt sich die f. *Laharpi*, wie wir namentlich bei Gaudin (Val d'Arno l. c. Taf. 4, Fig. 6, 7) sehen können. In Kumi finden wir sie unter den verschiedenen Formen der „*Q. Zoroastri*" (Unger, l. c., Taf. 6, Fig. 26) in einer viel älteren Formation wieder, und sie lässt sich auch noch viel weiter in die Urzeit zurückverfolgen. Die f. *grosse-dentata* und f. *pseudo-phellos* an der lebenden *Q. Ilex* (auf unserer Taf. XII, Fig. 18—21, Bd. LVI) sind zusammen mit f. *Calliprinos* nur ein Äquivalent der urweltlichen f. *Laharpi*; letztere hat sich im Laufe der Tertiärperiode förmlich in die genannten zwei Modificationen und in die *Calliprinos*-Form (l. c. Taf. XII, Fig. 35, 40) zerspalten. Die Eichen, an denen f. *grosse-dentata* und f. *pseudo-phellos* die vorherrschenden Formelemente sind, nennen wir *Q. Ilex* (sensu Linné, De Candolle etc.); zur Tertiärzeit war aber f. *Calliprinos* noch viel weniger selbstständig als jetzt, vielmehr noch mannigfach mit anderen Blatttypen auf einem und demselben Stocke oder Mutterstamme combinirt: es ist dies unsere *Q. Palaeo-Ilex*.

Nicht minder ist f. *Mirbeckii* im fossilen Zustande bekannt; bei Unger (Foss. Fl. von Gleichenberg, Taf. 3, Fig. 7 und Taf. 4, Fig. 1) lernen wir eine Form kennen, die sich von der *Q. Mirbeckii antiqua* Sap. aus dem Pliocän der Auvergne (Saporta, Le Monde des plantes, p. 347, Fig. 1) fast gar nicht unterscheidet. Fig. 3 (Unger, l. c., Taf. 3) stellt aber ein Blatt dar (als *Q. etymodrys*), das bei *Q. sessiliflora* in der auf unserer Taf. II. Fig. 13 abgebildeten Form gleichsam ein Ebenbild hat (man vergl. damit auch Fig. 12, 14, 15). In der Pliocänzeit war also f. *Mirbeckii* in Mitteleuropa, so viel wir auf Grund dieser Funde sagen können, bis zur 47. Parallele verbreitet, schloss sich aber hier enger an *Q. sessiliflora* an als die heutige von Algeciras bei Gibraltar und von sonstigen Gegenden im äussersten Süden Europas. Aus der Periode des *Elephas meridionalis* kennt man bisher die f. *alpestris* (*Q. lusitanica* Webb). Vergl. hiezu Saporta, l. c. p. 350 sammt Figur. Es war aber, wie es scheint, diese Form damals nicht so weit gegen Norden verbreitet als die vorige. Die vom Marquis v. Saporta entworfene Abbildung stellt ein im südlichen Frankreich gefundenes fossiles Blatt dar; nördlicher sind unseres Wissens bisher noch keine fossilen Spuren dieses Formelementes entdeckt worden. Aber an der lebenden *Q. pubescens* zeigt sich dieser Blatttypus unter gewissen

Umständen, allerdings ein klein wenig modificirt, wieder, wie man auf Taf. II. Fig. 24, 25 sehen kann. Es ist dies jene Abänderung, welche gewissermassen einer Zwergform unter den Galleichen, nämlich der strauchigen *Q. fruticosa* Brot. (*Q. humilis* Lam.) entspricht.

II. Die Roburoiden.

An Verbreitung und Masse kommt keine andere Abtheilung den Roburoiden gleich; bei diesen finden wir zugleich den Eichentypus in Allem und Jedem am vollkommensten ausgebildet, da engere und klare Formbeziehungen zu den benachbarten Gattungen *Castanea* und *Castanopsis* fehlen. Hinsichtlich der Blüthe und Frucht gilt im Allgemeinen das, was schon bei den Prinoiden und Galleichen gesagt wurde, doch ist zu beachten, das die Nuss stets glatt, nämlich bis auf die Griffelbasis kahl und glänzend ist. In der, namentlich bei jüngeren Individuen, sehr häufig auftretenden Sommerinnovation gleichen die Roburoiden mehr den Galleichen, in dem Vorherrschen des Keilblattes an den Adventivsprossen mehr den Prinoiden. Das charakteristische Kennzeichen dieser ausschliesslich der gemässigten Zone angehörigen Eichen ist das verkehrt-eilängliche (grösste Breite stets über der Mitte der Lamina) fiederlappige Normalblatt, dessen Loben niemals in vorgezogene Grannenspitzen auslaufen. Durch letztere Eigenschaft unterscheidet sich das Laub der Roburoiden von dem der *Q. Cerris, Q. palustris, Q. tinctoria* und mehreren anderen nordamerikanischen Arten; auch sind die Buchten niemals weit offen und bogenförmig gerundet wie bei *Q. stellata, Q. olivaeformis, Q. macrocarpa* u. a., sondern in der Regel eng, im Übrigen bald spitz, bald stumpf; sie nähern sich der Mittelrippe wenigstens bis auf ein Fünftel, aber nie mehr als auf einhalb des Querhalbmessers. Vergl. Taf. IV, Fig. 1, 2, 6; Taf. III, Fig. 14; Taf. V, Fig. 4, 5.

Gleichsam den Kern der ganzen Gruppe bildet die Linné'sche, in neuerer Zeit auch von De Candolle anerkannte Collectivspecies *Q. Robur*, zu welcher vier untergeordnete Arten, nämlich *Q. sessiliflora* Sm. mit *Q. pubescens* Willd. und *Q. pedunculata* Ehrh. mit *Q. apennina* Lam. gehören, jede noch mit einer Legion von Varietäten und heterotypischen Formen. *Q. Robur* ist gegenüber den anderen meist noch wenig bekannten Arten dieser Gruppe gekennzeichnet durch kleine am Grunde breiteiförmig bis dreieckig erweiterte, vorn eine kurze, lanzettliche, membranöse, anliegende Spitze tragende Schuppen der Cupula, die niemals dachziegelig oder so dicht stehen, dass sie sich berühren müssten.

Die Eichen der engeren *Robur*-Gruppe (*Q. Robur L.* De Cand.) sind über fast ganz Europa (im Norden bis zur 63. Parallele), ausserdem über Kleinasien und die Kaukasusländer, Armenien und Kurdistan verbreitet Eine ausserordentliche Formmannigfaltigkeit wird insbesondere bei *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* beobachtet.

Unter den Eichen Croatiens allein lassen sich von letzterer über 30 Varietäten oder „Formen" unterscheiden (vergl. v. Vukotinović, Formae Querc. croatic.[1]). *Q. brachyphylla* Kotschy von Creta erweist sich nur als eine der unzähligen Variationen dieses Formenkreises, sie ist z. B. von der croatischen *Q. pubescens* F. *platyloba* Vuk., l. c. p. 13, Fig. 9, kaum zu unterscheiden.

Von den vier genannten Arten stehen *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* einander näher und sind überhaupt enger mit einander verwandt als *Q. sessiliflora* (resp. *Q. pubescens*) mit *Q. pedunculata* (resp. *Q. apennina*); dagegen gehören *Q. pedunculata* und *Q. apennina* ihrerseits wieder sehr eng zusammen, da sich letztere äusserlich im Wesentlichen nur durch die Pubescenz der Blätter und jungen Sprossachsen von der stets kahlen *Q. pedunculata* unterscheidet. Man könnte *Q. pubescens* nur eine behaarte „Form" der *Q. sessiliflora* nennen, wenn mit der Annahme der Behaarung nicht eine so bedeutende Änderung des Wärmebedürfnisses der Pflanze verbunden wäre. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die letztere beim Übergang in *Q. pubescens* kaum mehr mit dem Wärmemass auslangt, das der *Q. sessiliflora* an Ort und Stelle vollkommen genügt, um die Früchte bis Ende September zur Reife zu bringen. Bei Gösting und S. Gotthard nördlich von Graz werden die

[1] Formae Quercuum croaticarum in ditione Zagrabiensi provenientes, auct. Lud. de F. Vukotinović. Agram 1883.

Früchte der *Q. pubescens* (die auf compactem sonnigen Kalkfels viel häufiger als *Q. sessiliflora* vorkommt) nach sehr warmen Sommern erst Ende October reif, in gewöhnlichen Jahren aber gar nicht.

Nur scheinbar steht *Q. sessiliflora* (mit *Q. pubescens*) der *Q. pedunculata* (mit *Q. apennina*) so nahe, dass es gerechtfertigt erscheint, beide „Typen" zu einer umfangreichen Species zu vereinigen. Hätte der Systematiker phylogenetische und nicht vielmehr morphologische Gründe zu beachten, wenn er die Grenzen einer Pflanzenart bestimmt, so dürfte er jene zwei von Linné als artverwandte „Typen" aufgefasste Eichengruppen nicht zur *Q. Robur* verschmelzen, denn sie gehen nach rückwärts weit auseinander; dass sie in der Gegenwart einander dennoch so auffallend formverwandt sind, ist die Folge einer convergirenden Ausbildung ihrer Charaktere. Dies lässt sich deutlich aus einer Analyse ihrer Formelemente ersehen.

Wir betrachten einen Spross der heimischen *Q. sessiliflora* aus der Baumkrone und einen gleichwerthigen (homologen) Spross der *Q. pedunculata*, beide von Bäumen, welche mehrere Jahre hindurch an Frühjahrsfrösten und Insectenfrass gelitten haben, dann aber in einem Normaljahre ungestört ihr Laub entwickeln konnten und wiederholen die Beobachtung an einer zweiten, dritten u. s. w. Stelle und nach und nach im ganzen Lande, so weit sich überhaupt dieselben störenden Ursachen an der Eichenvegetation geltend gemacht haben. Überall werden wir bei *Q. sessiliflora* zu unterst ein Blatt finden, welches sich auf die Grundform der fossilen *Q. Johnstrupii* (vergl. Heer, Fl. foss. arct. Bd. VII, Patoot, Taf. 56, Fig. 7—12 mit den Naturselbstabdrücken auf unserer Taf. VI, Fig. 1—9) zurückführen lässt, nach oben allmälich übergehend in ein Blatt, das bald mehr, bald weniger deutlich der *Infectoria*-Form (Bd. LIV, Taf. I, Fig. 4) entspricht; es folgt dann das Normalblatt und schliesslich bisweilen wieder f. *infectoria roburoides* oder auch f. *Mirbeckii*. Eine oder die andere dieser letzteren fehlt niemals und bildet ungefähr den vierten Theil des gesammten Laubes.

Bei *Q. pedunculata* steht aber am Grunde des Sprosses ein unsymmetrisches Blatt, worauf dann das Normalblatt (Taf. III, Fig. 14, 15) folgt; dieses ist kenntlich an dem sehr kurzen, an der Oberseite flachen oder etwas convexen Stiel, an der verengten herzförmig ausgebuchteten Basis der Lamina und dem nach rückwärts umgestülpten inneren Rand der Basislappen. An der Spitze des Sprosses sehen wir aber das gebuchtete Keilblatt, ungefähr von der Primusform. Von dem Formelement der *Q. infectoria* keine Spur! Und das Niederblatt hat keine Ähnlichkeit mit f. *Johnstrupii*. Noch viel präciser erscheint der Unterschied der beiderseitigen Formelemente bei einer zweiten Belaubung unmittelbar nach einem Maifrost. Da kommen an den Adventivsprossen bei *Q. pedunculata* vielfach Blätter hervor, welche mit denen der mexicanischen *Q. elliptica* Nee, *Q. nectandraefolia* Liebm., *Q. bumelioides* Liebm. und *Q. aquatica* Walt. der südlichen Vereinigten Staaten (vergl. Ettingsh. Beitr. zur Kenntn. der fossilen Fl. von Java, Taf. 1—4, Sitzungsber. Bd. LXXXVII 1883) formverwandt sind. Unsere Fig. 11—13 auf Taf. III zeigen nur Andeutungen davon. Dagegen kommen bei *Q. sessiliflora* unter solchen Umständen neben üppigen Gestalten der F. *Mirbeckii* (mit sehr breiter, herzförmiger Basis der Spreite) Anklänge an gewisse Eichen aus der untersten Stufe der Rheinisch-Wetterauer Braunkohlenformation zum Vorschein, besonders *Q. Steinheimensis* Ludw., l. c., Taf. 34, Fig. 5 und *Q. furcinervis* Ludw. (Unger), l. c., Taf. 34, Fig. 3, 4, welche beide dem Formenkreis der *Q. infectoria* angehören. Was Ludwig ibidem, Fig. 11, 12, als *Q. chlorophylla* Ung. darstellt, ist wohl nicht identisch mit dem Unger'schen Fossil dieses Namens, es ist vielleicht ein Niederblatt (Urblatt) jener Eichenbäume, welchen „*Q. Steinheimensis*" und „*Q. furcinerris*" Ludw. als besondere Formelemente angehörten. Man kann solche Blätter an der lebenden *Q. sessiliflora* häufig genug in Gegenden sehen, welche öfters von Frühjahrsfrösten heimgesucht werden.

Aus diesem geht hervor, dass *Q. sessiliflora* und *Q. pedunculata*, obschon gegenwärtig in Bezug auf Blatt und Frucht einander sehr nahe stehend, nicht einem und demselben jüngeren, auf das Obertertiär zurückführbaren phylogenetischen Stamme angehören. Die erstere ist vielmehr als ein Endglied der *Laharpi*-Reihe, aus der im Tertiär der *Ilex*-Stamm hervorgegangen, zu betrachten. Ihren Ursprung nimmt die *Laharpi*-Reihe bereits in der Kreideperiode und lässt sich bis in den äussersten Norden zurückverfolgen; sie hat im Urblatt der *Q. sessiliflora*, noch mehr im länglichen, gezähnten Blatte der *Q. Ilex* Spuren oder Reminiscenzen hinterlassen. In der subarctischen Zone begann die Ausgestaltung der Eichen zum Typus der *Q. sessiliflora* schon

in der ältesten Periode des Tertiär, zwischen 60° und 45° nördl. Br. später, und südlicher von 42° sind noch jetzt die Bedingungen zur Ausbildung dieses Typus nicht günstig, es bleibt die Formbewegung gleichsam auf dem halben Wege stehen, indem es nur zum Entstehen des Formkreises der *Q. infectoria* kommt. Nur einige Varietäten der *Q. sessiliflora*, resp. *Q. pubescens* sind da (in Kleinasien, Armenien, Kurdistan) anzutreffen, doch auch diese ausschliesslich in Höhen von 1200—2000 *m*, wo ein kühlgemässigtes Klima herrscht. Sie sind vielleicht durch Einwanderung nordischer Eichen im Laufe des Pliocän und der Diluvialzeit zu erklären, während sich die älteren Generationen, welche seit dem Miocän die niederen wärmeren Landstriche (Niederungen, Thäler) südlich von der 46. Parallele inne hatten, gleichzeitig zu Galleichen ausgebildet haben, ein Umwandlungsprocess, der unter den nordischen Eichen, wenn diese in die wärmeren Thäler und Berggehänge des südlichen Europa gelangen, noch jetzt fortdauert.

Zwei mächtige Factoren sind es, die auf den Formbildungstrieb nachdrücklich einwirken, wenn wir auch nicht wissen, wie sich hier das Thatsächliche mit dem Ursächlichen verknüpft: das ist die Zeit und das Klima. Die Verquickung dieser beiden Momente mit einander und mit der fortschreitenden Vervollkommnung des Organismus bildet für uns jetzt noch einen unentwirrbaren Knäuel. In der Zeit der Palaeotherien und Nummuliten existirte *Q. sessiliflora* in ihrer jetzigen Constitution noch nicht; sie war nicht einmal in der arctischen Zone möglich, wo ihr das Klima wahrscheinlich nicht ungünstig gewesen wäre. Kommt ja diese Eiche in ihrer haarigen Nebenart (als *Q. pubescens*) im südlichen Europa in den Niederungen mit 14—17° C mittlerer Jahrestemperatur häufig genug vor. Nur in einzelnen Formelementen war *Q. sessiliflora* im Eocän im hohen Norden gleichsam vorbereitet; es bedurfte aber einer immensen Zeitdauer, bis diese anfangs an verschiedenen heterotypischen Individuen lebenden und kaum durch eine geregelte Erblichkeit festgehaltenen Formelemente sich in einem oder einigen Individuen vereinigten und fähig wurden, durch Vererbung auf die Nachwelt übertragen zu werden. Gerade in der Vererblichkeit der Charaktere spielt die Zeit eine Hauptrolle. Dieser Factor, den wir den hereditären nennen, ist aber unter gewissen Umständen nicht mächtig genug, den Einfluss des Klimas und der örtlichen Verhältnisse überhaupt aufzuheben.

Wir sehen das sehr deutlich an *Q. sessiliflora*, resp. *Q. pubescens*, wenn diese bei 47° nördl. Br. vom tiefgründigen Boden mit lehmigem Untergrunde auf compacten sonnigen Kalkfels übertritt, wie bei Gösting und S. Gotthard nördlich von Graz. Dort gedeiht *Q. pubescens*, aber im Dickicht; im Schatten des dichten Gestrüpps ist diese „Eichenform" kaum von der gewöhnlichen kahlen *Q. sessiliflora* zu unterscheiden; man sieht wohl an den Blättern und einjährigen Sprossachsen einen Anflug von Behaarung, allein im Übrigen zeigen sich genau dieselben Blattgestalten, wie wir sie an der typischen *Q. sessiliflora* in der Umgebung sehen. Dort aber, wo sich der Pflanzenwuchs lichtet, wo kahler, im Sommer frei den Sonnenstrahlen ausgesetzter Kalkfels hervortritt, nimmt die Eiche einen anderen Charakter an. Blätter und Zweige sind dicht filzig behaart und einzelne Sträucher werden sichtbar, an denen das unzweifelhafte Formelement der südeuropäischen *Q. fruticosa* Brot. unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Man blicke auf Fig. 24, 25 unserer Taf. II. Möchte man den Zweig nicht der genannten Art zuschreiben, wenn derselbe einer Eiche aus Portugal entnommen worden wäre? Und solche kann man ja in Herbarien sehen. Eine Vergleichung mit Herbarexemplaren ergab keinen Unterschied im Blatte.

Man kann z. B. die Blattformen Taf. II, Fig. 18—20, obschon sie der portugiesischen *Q. fruticosa* angehören, ebenso gut mit denjenigen der *Q. pubescens* aus der Umgebung von Graz (ibidem Fig. 21—25) zusammenfassen, als man berechtigt wäre, die Modification Fig. 18, 21, 22 zur *Q. pubescens*, Fig. 19, 23—25 dagegen zur *Q. fruticosa* zu ziehen; wachsen doch Formen wie Fig. 25 und 21, 22, nicht selten auf ein und demselben Mutterstocke (Strauche).

Es ist nicht nöthig anzunehmen, die der *Q. fruticosa* zuzuweisenden Formelemente der *Q. pubescens* bei Gösting und S. Gotthard seien unmittelbare genealogische Descendenten oder Überbleibsel derjenigen strauchigen Galleichen, welche ehemals in der Pliocänzeit oder schon früher die wärmeren Gegenden der jetzigen Steiermark bewohnt haben. Richtiger ist die Auffassung dieser Erscheinungen, wenn wir sie als Rückbildungen betrachten, als eine Rückkehr zur einfacheren *Infectoria*-Form, die wirklich in der

Pliocänperiode den Gegenden Mitteleuropas zwischen 45 und 50° nördl. Br. eigen war, wie die mehrfachen Funde von Eichenblättern der *Mirbeckii*- und *Fruticosa*-Form in der Auvergne, bei Gleichenberg u. a. O. bezeugen. Man vergleiche diesbezüglich nochmals Marq. v. Saporta, Le Monde des Plantes, p. 347, Fig. 110_1 und pag. 350, Fig. $111_{4,5}$; Unger l. c., Taf. 3., Fig. 3, 7, zwei Eichenblätter von Gleichenberg, die der Autor als *Q. etymodrys* und *Q. pseudocastanea* bezeichnet hat; Taf. 4, Fig. 1, Blatt von der F. *Mirbeckii* vom Autor als *Castanea atavia* bestimmt.

Älter als die Eichenfunde von Gleichenberg und dem östlichen Frankreich sind jene der untersten Schichten der Rheinisch-Wetterauer Braunkohlenformation, wo uns echte Zwischenstufen begegnen, welche die *Laharpi*-Form mit dem *Infectoria*-Typus vermitteln. Wir sind der Überzeugung, dass hierin die Ludwig'schen Funde (l. c., Taf. 34, als *Q. tephrodes* und *Q. furcinervis* dargestellt) ihre natürlichste Deutung erfahren.

Eine etwas abweichende Modification sehen wir in *Q. Meyeri* Ludw., ibidem., Taf. 5, Fig. 5, mit ihren eiförmigen, theilweise übereinander greifenden Loben, doch lässt sich auch diese immerhin mit einer Abänderung des *Infectoria*-Typus vereinbaren.

Um die *Robur*-Gestalt anzunehmen, mussten die Eichen früher im mittleren Europa das Stadium der *Q. infectoria* zurücklegen. Dieser Wechsel geschah in hohen Breiten (zwischen 55° und 70°) schon in den ältesten Zeiten des Tertiär, insoweit die Boden- und Temperaturverhältnisse des Standortes demselben günstig waren. Und umgekehrt kann eine *Q. sessiliflora* oder *Q. pubescens* noch jetzt in die *Infectoria*-Form zurückschlagen, wenn die örtlichen Bedingungen darnach sind, ähnlich wie eine echte *Q. fruticosa* oder *Q. Lusitanica* des Südens in *Q. pubescens* übergehen wird, wenn sie unter klimatischen und sonstigen Verhältnissen, die einer Roburoiden entsprechen, ihr Fortkommen findet.

Welche sind nun diese örtlichen Bedingungen, welche (mittelbar) so viel über die Gestalt der Eichen (der *Laharpi*-Reihe) vermögen? Um diesen auf die Spur zu kommen, müssen wir das Verhalten der Eichen in südlicheren Gegenden in einen Vergleich bringen mit der so auffallenden Polymorphie in den circumalpinen Landstrichen Steiermarks, Krains etc. Schon eine oberflächliche Betrachtung der Eichen aus den Niederungen und dem Hügelland von Görz und Istrien führt uns zur Wahrnehmung, dass hier eine viel geringere Formenmannigfaltigkeit anzutreffen ist als bei Graz, im Sausal, bei Marburg, Cilli und anderwärts in Unter-Steiermark. Zahlreicher sind die Formen in Croatien, Slavonien, im Banat, am reichsten an wunderlichen Extremen, an Deformationen, an extravaganten Formbildungen dort, wo häufig Frühjahrsfröste die Vegetation heimsuchen. Es sind das die exponirten Berggehänge zwischen 45° und 47½° nördl. Br. vom steirischen Hügelland an bis nach Siebenbürgen.

Je grösser der Gegensatz ist zwischen der zeitweise frostigen Temperatur des Mai und der Sommerwärme, die dem Standorte zu Theil wird, desto sicherer kann man darauf rechnen, die Eichen daselbst in einer förmlichen Entartung, in einer scheinbar gesetzlosen Formauflösung anzutreffen. Mit der eingreifenden Wirkung des Frühjahrsfrostes combinirt sich der zerstörende Frass der Insecten, namentlich der Maikäfer, welche gerade solche Bäume aufsuchen und befallen, die durch Maifröste öfters schon gelitten haben, so dass mitunter das Leben einzelner Äste und Zweige in Frage gestellt ist. Andererseits erscheinen derartige Individuen, beziehungsweise deren beschädigte Äste und Zweige, am meisten empfindlich gegen nachfolgende Frühjahrsfröste, sie zeigen sich auch disponibel zu Abänderungen, welche durch locale Eigenthümlichkeiten des Standortes (Felsart, physische und chemische Beschaffenheit des Grundes, Lage gegen die Sonne etc.) angeregt werden. Mehreres ist darüber schon im Vorhergehenden mitgetheilt worden. Im südlichen Istrien sind unseres Wissens bei *Q. pubescens*, die dort sehr häufig ist, Anklänge an *Q. infectoria* und *Q. fruticosa* viel seltener als bei Graz und Leibnitz in Steiermark, obschon letztere zwei Arten dem südlichen Europa und dem Orient angehören und die Südspitze von Istrien eine mittlere Jahrestemperatur von 14—15° C hat (und eine Jännertemperatur von 4½—5½° C), während die Standorte der Eichen mit Hinneigung zur *Infectoria*-Form in Steiermark nur 9—10° Jahresmittel und bis 1°, höchstens 0° mittlerer Jännertemperatur aufweisen.

Es gehört also zur obigen regressiven Formbildung vor Allem ein Factor, der den Organismus des Baumes aufs Tiefste erschüttert, das Leben des Individuums gefährdet und hierdurch auch den herkömmlichen Formtrieb zum Erlöschen bringt. Dadurch wird schon auf die Pflanze ein mächtiger Reiz ausgeübt, aber dieser noch erhöht durch die hochgradige Wärme, welche der affeirte Pflanzentheil an dem freien, sonnig gelegenen Standorte im Sommer empfängt. Den so zu Stande kommenden Reizwirkungen müssen jene Kräfte entspringen, welche die im Organismus gleichsam schlummernden Fähigkeiten zu einer so mannigfachen Gestaltung entfesseln. Dass dem so ist, beweisen im gegentheiligen Sinne jene Individuen, welche an geschützten, beschatteten oder sonst bevorzugten Stellen vegetiren, wo Maifröste fernbleiben und nur schwache Temperaturextreme herrschen; das beweisen auch die Eichen südlicherer frostfreier Gegenden.

Oben schon ist hervorgehoben worden, dass bei *Q. pedunculata* die Blattfolge am normalen Spross ebenso wenig wie auf dem Adventivsprosse übereinstimmt mit dem, was wir eben in Bezug auf *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* als massgebend für die Phylogenie der Species erkannt haben. Die Formelemente der *Q. aquatica* und *Q. elliptica* greifen aber unzweifelhaft mehrseitig in den Typenkreis der *Q. virens* ein, wo das Keilblatt ebenso gut ein integrirendes Glied der verzweigten Gestaltenreihe ist wie bei den Urahnen der *Q. Laharpi* und deren Descendenten. Diese Anzeichen sprechen also dafür, dass die Ahnenreihen der *Q. pedunculata* und der *Q. virens* nach rückwärts, d. i. gegen die Urzeit, convergiren und etwa in der Kreideperiode oder vielleicht zu Beginn des Tertiär zusammentreffen. Unter den Individuen einer und derselben Generation, oder eines und desselben Mutterstockes, muss es demnach welche gegeben haben, die sich im Verlaufe der unermesslich langen Descendentenreihe zur *Q. virens recens* differenzirt, und andere, die sich schliesslich zur *Q. pedunculata* ausgebildet haben.

Dass die Unger'sche „*Q. Hamadryadum*“ einem dieser Descendenten angehört habe, können wir wohl nicht als sicher hinstellen und können es daher nur als eine Möglichkeit bezeichnen, dass von jener Urform die Entwicklung eines Theiles der jetzt über Europa verbreiteten *Q. pedunculata* ausgegangen sei, da sich später keine zwingenden Gründe zu einer solchen Annahme ergeben haben. Formen, welche theils mehr, theils weniger mit dem *Hamadryadum*-Blatt von Parschlug übereinstimmen, gibt es ja auch bei *Q. sessiliflora*, und sie lassen sich zum Theil auf das nach abwärts keilig zugespitzte Blatt des Typenkreises der urweltlichen *Q. Laharpi* zurückführen.

Viel leichter ist es, Gründe für einen Ursprung der *Q. pedunculata*, der von mehreren Gegenden ausgegangen wäre, beizubringen, als eine einheitliche, d. i. monophyletische Abstammung dieser Species glaubwürdig zu machen. Reicht doch dieselbe bis in die Gebirge von Kleinasien und Kurdistan hinein, wo sie wenigstens seit dem Pliocän mehrere isolirte Posten bewohnt. Die Abschliessung jener Entwicklungscentra gegen Westen war aber in der Miocänzeit noch vollständiger, da ein unermessliches Meer den Südosten Europas bedeckte und das west- und mitteleuropäische Festland so gegen Osten hin absperrte.

Kotschy, dem wir die genauere Kenntniss der orientalischen Eichen verdanken, hat zwar die cilicische, von der nord- und mitteleuropäischen etwas abweichende *Q. pedunculata* als eigene Art, nämlich als *Q. Haas*, unterschieden; allein es existirt bereits eine ältere Bezeichnung für diese „Parallelform“, die sich im Wesentlichen nur durch einen bräunlichen tomentösen Haarüberzug an den jüngeren Blättern und einjährigen Sprossachsen von unserer Stieleiche unterscheidet. Lamarck schon hat die erwähnte, weit auch über das südliche gebirgige Italien verbreitete, Nebenart als *Q. apennina* bezeichnet und kurz beschrieben. Sie steht zu der kahlen Stieleiche in demselben Formverhältniss wie *Q. pubescens* zur kahlen Wintereiche. Wenn auch Kotschy für seine *Q. Haas* in der viel grösseren Frucht ein beachtenswerthes Merkmal erblickt, so wäre dem gegenüber zu bemerken, dass auch unsere *Q. pedunculata* hin und wieder eben so grosse Früchte hervorbringt; andererseits sind diese auch bei *Q. Haas*, wie wir an Originalexemplaren, welche Kotschy

auf seiner orientalischen Reise (Iter cilicico curdicum 1859) gesammelt hat,[1] gesehen haben, nicht sämmtlich gross zu nennen, manche darunter erreichen nur Mittelgrösse ($2-2^1/_2$ *cm* Länge und $1-1^1/_2$ *cm* im Querdurchmesser an der Eichel).

Sehr variabel ist auch der Fruchtstiel; in einer Abänderung erscheint er 10 *cm* lang und darüber (f. *pendulina*), in einer anderen fanden wir ihn dagegen nicht viel länger als bisweilen bei *Q. sessiliflora*. Auch die Schuppen der Cupula tragen nicht überall denselben einheitlichen Charakter; sie sind in der Mehrzahl der Fälle zwar breit-eiförmig, kurzgespitzt, aber wir haben auch ein Exemplar gesehen, an dem die Becherschuppen eine längliche Form haben, auch zahlreicher erscheinen als sonst. Ähnliches kommt nicht minder bisweilen bei unserer heimischen Stieleiche vor, doch soll von dieser und anderen ähnlichen Anomalien an einem anderen Ort ausführlicher die Rede sein.

III. Nordische Eichen; ihre Verwandtschaft mit den fossilen und lebenden Arten des mittleren und des südlichen Europa; Versuch eines genealogischen Stammbaumes derselben.

Nach dem äussersten Norden, nach Grönland, richten wir unseren Blick; in den dortigen von Schnee und Eis starrenden, fast das ganze Jahr winterlich aussehenden Landschaften würden wir gegenwärtig vergeblich nach Eichen suchen. Und gleichwohl hat auch Grönland seine Eichenwälder gehabt, selbst weiter im Norden, als jetzt irgend eine Phanerogame zu gedeihen vermag. Dass es so war, unterliegt keinem Zweifel, nachdem durch mehrere um die Erforschung der arktischen Zone hochverdiente Nordlandsfahrer ein verhältnissmässig sehr reichhaltiges Material an fossilen Pflanzen gesammelt und der Wissenschaft zugänglich gemacht worden ist. Es gelang O. Heer, die Mehrzahl dieser geschichtlichen Documente einer längst begrabenen Pflanzenwelt zu entziffern; ein Theil blieb freilich wegen des zu fragmentarischen Zustandes der Abdrücke noch zweifelhaft; manches ist wohl unbestimmbar. Wenn indessen der kundige Autor auch jene Fossilreste, welche sich in minder gut erhaltenen Stücken vorgefunden haben, die ihm etwa nur in Umrissen ohne deutliche Nervation, oder in kleinen Blattfragmenten in die Hände kamen, einer bestimmten Gattung zuweist, sie mit anderen sicher bestimmbaren Fossilien identificirt — so soll dies (da derselbe wohl einem altherkömmlichen Brauche folgte) dem Verdienste, eine bis dahin ganz unbekannte Pflanzenwelt unter so erschwerenden Umständen dem wissenschaftlichen Verständnisse zugeführt zu haben, keinen Abbruch thun; nur müssen wir erklären, dass wir nur jene von ihm gemachten Bestimmungen von Eichen acceptiren, gegen welche nach späterer Überprüfung keine Zweifel erhoben werden könnten. Was nicht unter den Blattformen der lebenden *Quercus*-Arten, Blüthen oder Fruchtformen derselben ein Analogon, d. i. eine auffallende Ähnlichkeit findet, kann als unbestimmbar bezeichnet werden, und wenn es auch wirklich zu einer Eiche gehörte. Wer kann es verbürgen? Dagegen leitet auch die wirkliche Ähnlichkeit mit einem Eichenblatte nicht sicher, namentlich wenn es sich um einen vereinzelten Fund handelt; viel verlässlicher wird die Indication, wenn zu der Ähnlichkeit auch noch ein genetischer Nexus tritt, der in der Analogie der Formerscheinungen an lebenden Eichen seine Hauptstütze findet. In diesem Lichte ist vor allen die in den vorigen Abschnitten erwähnte „*Q. Laharpi*“ genauer zu betrachten.

In seiner „Contribution to the Fossil Flora of North Greenland“ (Phil. Trans. 1869) macht Heer die *Q. Laharpi* aus den älteren Tertiärschichten des hohen Nordens in drei Abbildungen anschaulich (l. c. Taf. 49, Fig. 2, 3, 4; die Abbildungen sind sammt Beschreibung auch im Hauptwerke über die „Fl. foss. arctica“, Bd. II enthalten), welche eine Zusammengehörigkeit mit der Gaudin'schen *Q. Laharpi* aus dem Ober-Pliocän des Val d'Arno wohl erkennen lassen. Umrisse und Nervation der Blätter sind gut erhalten. Es ist äusserst schwer, den Charakter derselben in Worten darzustellen, ebenso dürfte es kaum gelingen, dem Wesen der *Q. Laharpi* durch Vergleichung mit dem Blatt einer der lebenden Arten einen hinlänglich entspre-

[1] Diese und mehrere andere für die Phylogenie der Eichen wichtige Belegstücke haben wir von Herrn Dr. Vincenz Borbás in Budapest erhalten, und wir sprechen ihm hier für die werthvolle Spende unseren verbindlichsten Dank aus.

chenden Ausdruck zu geben. Wir haben es eben mit einem urweltlichen Typus zu thun, mit einem Ding von vager, zwitteriger Natur, die sich vorzugsweise darin ausspricht, dass in dem proteusartigen Gebilde von jeder der später abgezweigten Formen etwas darin steckt oder zu stecken scheint. Die meisten und treffendsten Analogien finden wir bei verschiedenen Varietäten der *Q. Ilex*. Was man am regelmässigen Trieb an Strauchexemplaren der *Q. sessiliflora* sieht, die mehrere Jahre durch Spätfröste gelitten haben, erinnert gleichfalls an *Q. Laharpi*; nur dass es unter solchen Umständen sehr selten zur Entwicklung eines ganz unverkümmerten Blattes kommt.

Als Grundform dieses Urtypus betrachten wir ein länglich-elliptisches, ganzrandiges, mässig lang gestieltes Blatt mit 12—18 gegen den Rand convergirenden bogenläufigen Secundärnerven jederseits und mässig ausgeprägtem Tertiärnetz. Stets ist bei der Grundform die Basis der Spreite spitz, und die Blattfläche läuft nach vorn in eine Spitze aus, die nie mehr als $^1/_{10}$ der gesammten Länge ausmacht.

In weiterer Abänderung treten theils scharfe, theils stumpfliche Zähne auf; der Rand erscheint bisweilen sägeartig, bisweilen schweifig-gekerbt. Zu den Sonderbarkeiten einer solchen primären Zahnung gehört es, dass sie niemals consequent durchgreifend ist, vielmehr nur stückweise in Erscheinung tritt, so nämlich, dass ein Theil des Blattrandes ungezähnt bleibt, ein anderer einzelne Sägezähne, wieder ein anderer stumpfliche, durch schwache gerundete Buchtungen von einander getrennte Zähne trägt. Es kennzeichnet dies so recht den primitiven Formzustand des Blattes und ist zugleich ein Symptom für den Mangel einer Differenzirung bei den Ureichen überhaupt.

Der nächste Schritt zur Vervielfältigung der Blattform geschieht durch Ausbildung seichter gerundeter Loben zwischen kleinen theils spitzen, theils stumpfen Buchten. Die Blattfläche ist gross, die anfangs noch bogenläufigen Secundärnerven treten in geradlinigem Verlauf direct in die kleinen Loben ein. Wir haben nun die *Q. Olafseni* Heer (*Q. grönlandica* Heer) vor Augen. Man vergleiche von den sicher als *Quercus* erkannten Blattfossilien insbesondere die l. c. Taf. 45, Fig. 4 und Taf. 46, Fig. 2 abgebildeten von Atanekerdluk. Wenn *Q. Olafseni* wirklich verschieden von *Q. groenlandica* sein sollte, so dürfte der Unterschied nur in den überzähligen Zähnen zwischen den Endungen der Secundärnerven bei ersteren bestehen, doch kommen solche nur im unteren oder basalen Theile der Lamina vor. Vorn erscheinen nicht selten deutlicher ausgeprägte dreieckige spitze Lobenzähne, ähnlich z. B. wie bei *Q. Prinus*, Bd. LVI. Taf. XV, Fig. 8, oder bei *Q. sessiliflora*, Taf. IV, Fig. 4. Einer unverkennbaren *Tephrodes*-Form entspricht das Blatt der *Q. Laharpi* von Atane, l. c. Taf. 44, Fig. 10 und Fig. 3 auf Taf. 46 stellt einen deutlichen Übergang des *Tephrodes*-Blattes zur f. *Lyelli* (*Q. Lyelli* Heer) dar. Letztere scheint in der Urzeit, namentlich im Eocän, eine grosse Verbreitung gehabt zu haben, denn sie ist auch aus dem Unter-Tertiär Englands bekannt. (Vergl. unsere erste Abhandl. Bd. LIV, S. 6.)

Q. Lyelli ist wohl nur eine weitere Variation desselben Urtypus, theils mit einer Hinneigung zur *Q. xalapensis*, wie z. B. bei der aus dem Siderit von Atane (Heer, Nachtr. z. foss. Fl. Grönlands, Taf. 4, Fig. 6, 7), theils zur *Q. neriifolia* A. Br. (vergl. Heer, Foss. Fl. der Schweiz, Bd. II, Taf. 75, Fig. 2 und Gaudin, Val d'Arno l. c. Taf. 2, Fig. 1), was man an den Exemplaren von Bovey Tracey in Devonshire (Phil. Trans. 1867, Taf. 66, Fig. 1, 2) bemerkt. Dagegen kehrt die Form der *Q. Lyelli* von Kardlunguak in Grönland (l. c. Bd. VII, Taf. 66, Fig. 4) am zweiten Trieb der *Q. aliena* Bl. (Taf. V, Fig. 3) wieder.

Weit im Norden von der Südspitze Grönlands, nicht nur auf der Hasen-Insel an der Westküste (70° 20′ bis 70° 30′ n. Br.), sondern auch anderwärts, haben die Ureichen zahlreiche Spuren hinterlassen, die einerseits auf eine äusserst üppige Massenentwicklung, andererseits auf eine unerwartete Annäherung an den Typus der *Q. sessiliflora* hinweisen.[1] Die enorme Massenentwicklung gibt sich vorzugsweise in der Häufigkeit der Fossilreste und in den grossen Dimensionen der Blätter zu erkennen; diese erreichen oft die sonst seltene

[1] So lässt sich z. B. das in seiner Nervation ausgezeichnet gut erhaltene Blattsegment von der Haseninsel (Heer, Fl. foss. arctica, Bd. VII, Taf. 89, Fig. 2) mit Fig. 3, 4 auf unserer Taf. IV (*Q. sessiliflora* f. *pseudo-arcuatoides*) geradezu identificiren. Fig. 1 Heer, ibidem, gleicht einem üppigen Blatt von der f. *Johnstrupi* (*Q. Johnstrupi* Heer).

Länge von 20—24 *cm* bei 8—12 *cm* Breite. Auf Taf. 89, Fig. 1, 2 (Heer, l. c. Bd. VII, Hasen-Insel) sehen wir an *Q. groenlandica* nicht nur diese Üppigkeit des Blattwuchses angedeutet, sondern auch die Hinneigung theils zu *Q. sessiliflora,* theils zu *Q. Prinus* veranschaulicht. Das Blatt Taf. 69, Fig. 4 in Bd. VII von Ober-Atane ist einem Blatt der im botanischen Garten zu Graz cultivirten *Q. bicolor* Willd. var. täuschend ähnlich, und überhaupt nur durch eine grössere Zahl von Secundärnerven von diesem verschieden. Auf der Hasen-Insel wurde auch eine Eichel gefunden, die wohl nur zu *Q. groenlandica* gehören kann; der aus dem Stein herauspräparirte Theil, etwa $^3/_4$ der ganzen Länge, beträgt 4 *cm*, der grösste Querdurchmesser $2^1/_4$ *cm*; demnach war die Frucht eine der grössten bisher bekannten Eichenfrüchte. In der Form gleicht die Eichel jener der *Q. sessiliflora* var. *cochlearifolia* (*Q. Falkenbergensis* Booth.), denn sie ist nach vorn kegelförmig zugespitzt. Die Nervation hat bei *Q. groenlandica* nichts Fremdartiges; wo sich einzelne Blattflächen sammt Loben und dem feineren Geäder abgedrückt haben, werden wir auch bei genauerer Analyse nichts finden, was nicht auch an üppig entwickelten Blättern der *Q. sessiliflora* oder der *Q. Prinus* (*Q. Castanea* Willd.) zu sehen wäre.

Bedeutend näher zum Urtypus der *Q. groenlandica* tritt aber die *Q. aliena* Bl. Japans und des nördlichen China, wenigstens in Bezug auf die Constitution des Blattes. Man vergl. die Naturselbstabdrücke Taf. V, Fig. 1, 2 mit den obigen Formen der genannten Ureiche.[1] Ihr entspricht von den Fossileichen am meisten *Q. Furuhjelmi* Heer (Fl. foss. alaskana, Taf. 5, Fig. 10 und Taf. 6, Fig. 1, 2) aus dem Tertiär der Halbinsel Alaska im äussersten Nordwesten Amerika's. Aber diese Eiche macht bereits einen merklichen Schritt näher zur Roburoiden-Form, indem die Loben durch tiefere Einschnitte von einander getrennt sind, als bei *Q. groenlandica.* Es kommt aber merkwürdigerweise in der Tertiärperiode in Alaska zu einem noch engeren Anschluss an die Roburoiden, denn die *Q. pseudo-castanea* Heer, die wir in vier meist sehr gut erhaltenen Blattresten bei genanntem Autor (Fl. foss. alaskana, Taf. 6, Fig. 3—5) sehen können, unterscheidet sich weder in den Umrissen, noch in der Buchtung und Nervation von der Roburoiden-Form, wie wir sie an den Blättern der *Q. sessiliflora,* resp. *Q. pedunculata,* oder bisweilen an denen der *Q. alba* kennen lernen. Schon damals war im Norden die tiefere Schlitzung der Lamina vorbereitet (vergl. l. c. Fig. 5). Bei genauerer Betrachtung der vier Abbildungen der *Q. pseudo-castanea* von Alaska wird uns kaum die Wahrnehmung entgehen, dass manche Einzelheiten im Geäder, die wir jetzt als specifische Merkmale der drei lebenden Arten (*Q. sessiliflora, pedunculata* und *Q. alba,* Taf. VI) erkennen oder zu erkennen glauben, dort bei ein und derselben Art, wohl auch an ein und demselben Baume, nicht minder selbst an ein und demselben Blatte vereinigt waren.

Als nächste schliesst sich an die tertiäre *Q. pseudo-castanea* von Alaska die mittelasiatische *Q. mongolica* Fisch. an (Taf. IV, Fig. 5, 6), bei der wir am Grunde der Lamina die gleiche herzförmige Ausbuchtung mit Öhrchenlappen bemerken, wie bei *Q. pedunculata,* der sie auch in den Umrissen des Blattes sehr ähnlich ist; doch sind die Tertiärnerven, welche die leiterförmige Verbindung zwischen je zwei Secundären herstellen, bei *Q. mongolica* zahlreicher und gleichmässiger. Dass es sich hier um einen der *Q. pedunculata* äusserst nahe stehenden Blatt-Typus handelt, kann demnach wohl nicht fraglich erscheinen.

Um dieselbe Zeit als durch *Q. pseudo-castanea* die Roburoiden bereits im Norden repräsentirt waren, wuchsen in Mittel-Europa Eichen vom vagen Charakter der *Q. Laharpi,* jedoch in einer Fülle von Abänderungen des normalen länglichen (ganzrandigen oder gezähnten) Blattes. Bis in die Kreideperiode reicht dieses ungemein häufig mit anderen abwechselnde Formelement zurück. Es wird successive nach verschiedenen Generationsrichtungen durch eine Reihe von Blattmodificationen abgelöst, verschwindet aber selbst im Pliocän nicht vollständig. Zu den accessorischen Blattformen, die am *Laharpi*-Stamme zeitweise erschienen, später aber durch Überhandnehmen an manchen Ästen und Zweigen, ja selbst am ganzen Stocke das Haupt-Formelement verdrängt haben mochten, gehört auch die *Tephrodes*-Form (vergl. das Blatt Fig. 10 auf Taf. 44

[1] Die Ähnlichkeit besteht nur beim Blatt des ersten Triebes, im zweiten Trieb entstehen meist Formen wie Taf. V, Fig. 3.

in Phil. Trans. 1869 von Atane, das Heer *Q. Laharpi* nennt, mit dem Blatte der *Q. virens*, Fig. 6 auf unserer Taf. XI, Bd. LVI, welche wir als Vorläufer der *Primus*-Form betrachten. Wahrscheinlich hat der *Virens*-Stamm sich in ältesten Zeiten des Tertiärs von dem Urstamme der *Q. Laharpi* abgezweigt.

Q. Langeana und *Q. denticulata* von Patoot in Grönland (obere Kreide), welche Heer auf Taf. 56, Fig. 13—16 abgebildet hat, kann man nur einerseits mit *Q. Johnstrupi* ibidem Fig. 11 und *Q. Mariani* Heer, Fig. 5, 6, andererseits mit der viel späteren *Q. Scillana* Gaud. vom Val d'Arno (Taf. 3, Fig. 11—13) naturgemäss in eine Verbindung bringen. Demnach ist *Q. Johnstrupii* mit dem tiefer eingeschnittenen Blatte aus den obersten Schichten der Kreide von Patoot, Taf. 56, Fig. 7—12, nur die weitere Ausführung des bei dem einfach gezähnten *Laharpi*-Blatte angedeuteten Motivs.

Dies, glauben wir, berechtigt uns hinlänglich zu dem Ausspruche, dass auch die Roburoiden in einem gewissen Sinne bereits in der Kreideperiode begonnen haben, und zwar im äussersten Norden, ähnlich wie dies von *Fagus silvatica* gezeigt wurde. Der Entstehungsvorgang dessen, was wir heutzutage *Q. sessiliflora* oder *Q. pedunculata* nennen, ist aber total von der bisherigen Vorstellungsweise bei der üblichen Ableitung einer jüngeren Art von einer älteren verschieden. In dieser Vorstellungsweise spielt die Entwicklungsgeschichte, d. i. die Ontogenie, des Individuums eine ganz dunkle Rolle, während die fragliche, jedenfalls abstracte „Species" in den Vordergrund geschoben wird. Man denkt sich nämlich ein oder mehrere Individuen, an denen durch „Cumulation", d. h. im gleichen Sinne zunehmende Divergenz der Charaktere in Folge widerholten Variirens eine Gruppe von Merkmalen auftritt, die schliesslich auf die folgenden Generationen übergeht. Die Heterotypie kommt selbstverständlich nicht in Betracht, wiewohl die in stetiger oder unterbrochener Reihenfolge (häufig auch sprungweise) auftretenden Formelemente allein den Schlüssel zur Geschichte der Species selbst enthalten. Jede Pflanzenart müsse — das findet man am leichtesten begreiflich — in einem bestimmten engeren Florengebiete ihre Ausbildung erlangt und von dort aus ihren Verbreitungsbezirk allmälig erweitert haben. Allerdings kennt auch unsere Anschauungsweise keinen ursächlichen Grund für das Erscheinen neuer Charaktere. Wir vermögen ebensowenig zu erklären, warum ein Eichenbaum in der Kreidezeit die wunderbare Fähigkeit hatte, die verschiedensten Formelemente neben einander zu erzeugen, während jetzt so viele gattungsverwandte Bäume jahraus jahrein an allen Zweigen dasselbe Blatt hervorbringen, und ein Baum meist so wie der andere aussieht, — als wir einen wirklichen causalen Grund dafür wissen, warum gerade ein jugendlicher oder im besten Mannesalter stehender Tonkünstler, wenn er begabt ist, in schöpferischer Fülle die mannigfaltigsten Variationen aus dem Reich der Töne hervorzaubern kann. Ist dieser nun ein Greis von 80 oder 90 Jahren geworden, ist seine Phantasie und Schaffenskraft nicht mehr so fruchtbar wie ehedem, finden wir, dass sich manche Klänge wiederholen, die Conception matt und kraftlos wird, — so sagen wir, er hätte sich erschöpft; es stellen sich auch bald Zeichen ein vom nahenden Ende seines irdischen Seins. Dieses metaphorische Bild deutet vielleicht mehr an, als eine streng mechanische Erklärung zu enträthseln vermöchte; allein mutatis mutandis gilt Ähnliches auch von der Eiche und Buche. Nach langer, überaus langer Zeit hat sich der im Hervorbringen neuer Variationen so fruchtbare Organismus in mehreren Abtheilungen der Gattung erschöpft und auch von seiner ursprünglichen Lebenskraft Manches eingebüsst; vor dem gänzlichen Absterben tauchen aber in ihm nochmals Erinnerungen auf, er producirt zwar durchaus nichts Neues, immerhin aber noch etwas durch Recurrenz.[1]

Mit einem Mangel an specifischer Differenzirung beginnt die Geschichte der Formentwicklung der Eiche und Buche; was jetzt eine Art oder eine Gruppe von Arten ist, war am Beginn an viele, einander nur wenig ähnliche Individuen vertheilt. Unbeschränkt scheint damals die Fähigkeit des einzelnen Baumes im Hervorbringen neuer Blatt-Typen gewesen zu sein; Erblichkeit bestand so viel wie gar nicht, und in den entferntesten Gegenden vermochte ein Baum dasselbe Formelement zu erzeugen, ohne dass es die Folge engerer Stammverwandtschaft sein müsste. Die Erblichkeit gewisser häufiger auftretender Charaktere entwickelte

[1] Unter Recurrenz verstehen wir das Zurückgreifen der Natur, also eine Regression, auf welcher sich jedoch wieder neue selbstständigere Formen aufbauen.

sich erst durch die zunehmende Zahl der Generationen. Bei alledem wäre es eine Widernatürlichkeit, anzunehmen, dass die Formenmannigfaltigkeit der Urindividuen eine gesetzlose gewesen wäre, eine Laune der Natur. Gewiss war ursprünglich schon die Zahl der möglichen Formen gegeben, sie war bestimmt durch die anfängliche Constitution der Gattung, und von Zeit und Ortsumständen hing nur ab, welche Form zuerst, welche später zum Vorschein kommen sollte. Die Fähigkeit, so viel Typen (nicht mehr und nicht weniger) hervorzubringen, scheint demnach der Gattung angeboren zu sein, sie ist keineswegs eine Sache der Entwicklung; dagegen ist die factische Ausgestaltung des Individuums durch successive Ausbildung der Organe, wobei die Formen der Typen in einer bestimmten Aufeinanderfolge auftreten (resp. einander ablösen und verdrängen) ein Werk der geschichtlichen Entwicklung.

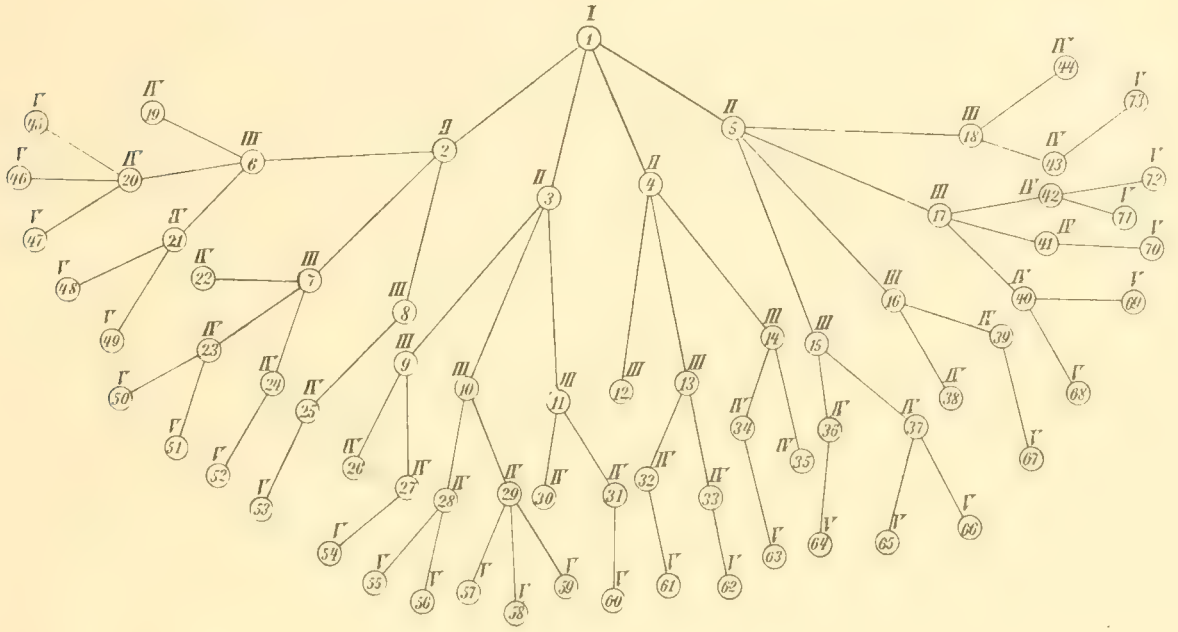
Ist also eine in der Urzeit beginnende Generationsreihe gewissermassen an einen Cyclus gebunden, so muss die Zahl der Formen schliesslich ablaufen und das Individuum in einen Stillstand gerathen, womit auch die Abnahme der Lebenszähigkeit desselben (mithin auch der Anpassungsfähigkeit) Hand in Hand geht. Als letzte Stufe des Daseins wäre demnach jener Zustand eines Individuums zu betrachten, wenn dasselbe vermöge seiner Anpassungsunfähigkeit sich nur an einem günstigen Standort am Leben zu erhalten vermöchte. Die Leichtigkeit der Anpassung an veränderte Lebensverhältnisse hängt aufs engste zusammen mit hochgradiger Lebensfähigkeit und beide Eigenschaften mit der Variabilität (Wechsel) der Form.

Was jedoch am meisten unsere Anschauung (in Bezug auf *Quercus, Fagus* und einige andere verwandte Lignosen) der bisherigen gegenüber kennzeichnet, ist die Art und Weise, wie wir uns den an den einzelnen Individuen sich vollziehenden Formwechsel vorstellen. Nicht die Formelemente sind es, die sich ändern, sondern das Individuum. Die Aufeinanderfolge der Typen, die Ablösung des einen durch den anderen, die Verdrängung des älteren schwächeren durch das neue kräftigere Formelement (das aber bisweilen nichts Anderes ist, als ein älteres, längst dagewesenes, nur wenig modificirtes) und die zeitweise eintretenden Verbindungen je zweier oder mehrerer mit einander bedingen die Variation; die Formelemente (Motive) selbst betrachten wir als unabänderlich oder originär, ähnlich wie die oktaëdrische Form des Magnetits, oder die bald hexaëdrische, bald oktaëdrische Form des Bleiglanzes, wo Würfel und Achtflächner sich wohl zeitweise verbinden (combiniren), nicht aber der eine in den andern übergehen kann.

Die *Laharpi*-Form der Eiche ist weder jung noch alt, sie war ebenso gut zur Kreidezeit da, als sie jetzt noch unter gewissen Umständen an einer *Q. Ilex* im Toscanischen sich realisiren kann; aber das Zeit- und Raumverhältniss derselben zu den übrigen Formelementen, ihre mannigfaltigen nachbarlichen Beziehungen zu diesen sind geschichtlich. Und weil alle Neuerungen vom Individuum ausgehen, daher auch, wenn es sich um die Urzeit handelt, nur auf Individuen zu beziehen sind (Art, Varietät etc. müssen als schliessliches Resultat aller individuellen Veränderungen einstweilen bei Seite gelassen werden), und weil das Zeitmass in der Zahl der Generationen allein seinen entsprechenden Ausdruck findet, — so kann man dem Gedanken der historischen Gestaltung des Individuums nicht anders als durch ein genealogisches Schema eine verständliche Form verleihen. Dazu diene die folgende Skizze; sie versinnlicht die Verzweigung der Nachkommenschaft eines Baumes der ersten Generation, die von einem Individuum *Y* abstammt, bis ins fünfte Glied (V).

Wir wollen die Bäume, welche im gleichvielten Gliede stehen, synchronistische nennen, da sie gleichzeitig leben (resp. gelebt haben), z. B. Nr. 45, 46, 47 etc. Sie bilden eine synchronistische Gruppe. Von jedem solchen Individuum kann man vom Ahnen zu Ahnen (Ascendenten) zurücksteigend schliesslich zu dem Urindividuum gelangen — Ascendentenreihen, z. B. Nr. 47..20..6..1, oder 57..29..10..3..1. Von diesem aber führen mehrere unterwegs sich spaltende Descendentenreihen zu den jüngsten Individuen, z. B. 1..5..17..40..68. Nur diejenigen Individuen, welche in einer und derselben Ascendenten- oder Descendentenreihe sich befinden, stehen in directer genealogischer Verwandtschaft zu einander, alle übrigen in mittelbarer oder indirecter. Wenn wir nun bei Individuen einer synchronistischen Gruppe, z. B. bei Nr. 69 und Nr. 49, gleiche Merkmale antreffen, so kann dies die Folge gemeinsamer Abstammung sein, denn von Nr. 49 führt eine mittelbare genealogische Reihe bis Nr. 69, dieselbe geht aber durch die älteren und ältesten Glieder, nämlich 49..21..6..2..1..5..17..40..69.

Ein Stammbaum, der nur fünf Generationen umfasst, ist gleichsam ein Miniaturbild des grossartigen, unendlich weit verzweigten Stammbaumes, den ein einzelner fruchtbarer Baum der Urzeit mit all' seiner



unzählbaren Nachkommenschaft bis auf den heutigen Tag darstellt. Aber die wesentlichen Momente, nämlich die Verwandtschaftskategorien, Reihen, Anfangs- und Endglieder befolgen hier kein anderes Gesetz als jenes, welches unser obiges Schema veranschaulicht. Darum ist dieses, unter gewissen Voraussetzungen, auch für grosse Zeiträume anwendbar, bis zu einem gewissen Grade selbst für geologische Perioden. Hiezu brauchen wir blos an die Stelle einer Generation eine Generationsreihe, welche einer geologischen Periode entsprechen möge, zu setzen; alsdann bedeuten I, III, IV etc. eben so viele markirte Phasen in der Formentwicklung des Baumes.

Dieses vorausgesetzt, versinnlicht obiges Schema einen phylogenetischen Stammbaum. Die Individuen der Arten *Q. sessiliflora*, *Q. pedunculata*, *Q. Prinus*, *Q. alba*, *Q. bicolor*, *Q. infectoria*, *Q. Ilex*, *Q. coccifera*, *Q. mongolica*, *Q. aliena* u. a. ähnliche bilden eine synchronistische Gruppe. In der durch drei geologische Zeitabschnitte sich hinziehenden Generationsreihe 5. .17. .40. .68 erblicken wir z. B. das Schema der Descendenz von *Q. Laharpi*, d. i. die unmittelbare Aufeinanderfolge aller Eichenindividuen, an denen das wesentliche Formelement, welches von Heer als „*Q. Laharpi*“ unterschieden worden ist, vorkommt und successive durch andere Formelemente nach und nach ersetzt wurde, vom ältesten Tertiär an bis zur Gegenwart. In II, 5 tritt f. *Laharpi* in Verbindung auf mit f. *mediterranea*; der Formcharakter dauert an durch die ganze Tertiärzeit bis jetzt; dazu kommt als Subcarpalblatt die f. *Lonchitis* bis zum Schluss des Miocän (III, 17); die *Drymeja*-Form ist anfangs noch selten; in der Pliocänperiode wird die *Lonchitis*-Form nach und nach durch die f. *Drymeja* völlig verdrängt (bis IV, 40); während der Diluvialzeit geht das Subcarpalblatt verloren, das Individuum gestaltet sich zur *Q. Ilex recens* (V, 68). — Der Entwicklungsgang von *Q. coccifera* wird versinnlicht durch das Schema 5..17..42..71, worin angedeutet ist, dass im jüngeren Tertiär an gewissen Individuen der *Q. Palaeo-Ilex* (III, 17) die *Calliprinos* allmälig selbständig wurde und manche Bäume, resp. Sträucher, im Pliocän etwa den Charakter der *Q. Calliprinos* angenommen haben, der sich später zur definitiven *Q. coccifera* gestaltete (V, 71), während manche andere Individuen noch jetzt als *Q. Calliprinos* (V, 72) fortleben.

Das Schema (5..15..36 (37)..65 (66) möchte ungefähr dem *Virens*-Stamme entsprechen, wenn von IV, 36 und IV, 37 aus mehrere Verzweigungen ausgingen. Mancherlei schon oben erörterte Indicien sprechen

nämlich dafür, dass die Generationsreihen der *Virens-* und *Ilex*-Gruppe stammverwandt [1] sind, obschon ihre grundlegenden Formelemente, nämlich das *Chlorophylla-* und das *Laharpi*-Blatt, ungemein von einander verschieden sind.

Bis in die obere Kreide der arktischen Zone reicht die f. *Laharpi* zurück. Die Bäume, welche dieses Blatt erzeugten, waren aber nichts weniger als homotyp, sie vertauschten vielmehr sehr häufig ihr Haupt-Formelement mit anderen, nämlich zunächst mit f. *Johnstrupi*, und gaben damit ein Vorbild der *Q. sessiliflora*; nach einer anderen Richtung wurde f. *Laharpi* durch f. *Olafseni* und f. *groenlandica* abgelöst; auch hieraus resultirte eine Annäherung an *Q. sessiliflora*, zum Theil auch an *Q. infectoria*. Weitere Fortschritte machte die Ausbildung des *Robur*-Typus in einer späteren Tertiärperiode in südlicheren Breiten (Alaska, Insel Sachalin), zuletzt im südlichen Europa.

Unser Schema bezweckt nicht viel mehr als zu zeigen, in welchen Geleisen sich der menschliche Gedanke bewegt, wenn der Versuch gemacht wird, die schier unfassbare Derivation eines grösseren Formcomplexes in die Schranken einer bestimmten Vorstellung zu zwängen. Auf dieser anfangs schmalen, dann breitspurigen Bahn gleitet selbstverständlich der Gedanke leicht dahin, aber er verliert sich nur zu schnell mit der Erweiterung der Begriffe allmälig in eine leere Abstraction, die nur noch als Denkform einen Sinn hat.

Der Stammbaum eines bestimmten Eichenindividuums würde, wenn es möglich wäre ihn richtig zu construiren, allerdings auch über die Aufeinanderfolge und genetische Verknüpfung der Formelemente sichere Aufschlüsse gewähren; das wäre aber der wirkliche genealogische Stammbaum, zu dessen vollständiger Einsicht leider nie ein Mensch gelangen wird. Sobald aber bei dem Versuch, etwas derartiges zu construiren, stillschweigend von dem Individuum oder von den Individuen abgesehen und das Gebiet der abstrahirenden Verallgemeinerung betreten wird, mit der Voraussetzung, dass gleichartige Formelemente (die mit einem gemeinsamen Namen bezeichnet werden können) eine, dem Individuum gleichwerthige Einheit geben, ist es um den wissenschaftlichen Halt der Ableitung geschehen; denn wer verbürgt, dass die ähnlicheren Blatt- oder Fruchtformen stets auch auf genealogisch einander näher verwandten Bäumen gewachsen sind? Gerade das Studium der Eichen lehrt durch zahllose gut constatirte Fälle, dass die Formelemente viele genealogische Verwandtschaftsstufen überspringen können, und häufig finden wir ähnliche Blattformen auch bei Gattungen, die den Eichen im Systeme gar nicht nahe stehen. Das ideale, auf Formübereinstimmung gegründete System würde bei *Quercus* nur dann dem genealogischen Stammbaum der Individuen entsprechen, wenn die Erblichkeit der Charaktere nicht durch Überspringen der engeren und weiteren Verwandtschaftsgrade so häufig unterbrochen, geradezu illusorisch gemacht würde. Es sind daher Ausdrücke, wie „gemeinschaftliche Abstammung", „Stammbaum", „Stammform" u. dergl. nicht viel mehr als leere Schlagworte, wenn nicht wenigstens bestimmt angegeben wird, was man darunter meint. Wir verweisen diesbezüglich auf den Abschnitt „Formverwandtschaft und Genealogie." Zur Hintanhaltung etwaiger Missverständnisse sei aber hier nochmals bemerkt, dass Genealogie und Phylogenie nach unserem Dafürhalten keineswegs gleichbedeutende Begriffe sind, denn unter letzterer verstehen wir die Geschichte der Formentwicklung lebender Wesen, unter „Stamm" („Phylon") zunächst nur die Gesammtheit aller Individuen, die sich durch ein oder mehrere charakteristische Formelemente auszeichnen, auf Grund deren man, wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit, auf die wirkliche Genealogie schliessen kann. Auf dieser Grundlage und mit Hilfe neuer biologischer und paläontologischer Thatsachen wird man trachten, letztere, zunächst natürlich nur bruchstückweise (d. h. für kleinere Gruppen und nur bis zur Schwelle der Urzeit) in bestimmterer Weise zu entziffern.

[1] D. h., dass es eine Zeit gegeben hat, wo die entsprechenden Formelemente auf ein und demselben Pflanzenstock (Bäume, Sträucher) wuchsen.

IV. Was lässt sich bei den Roburoiden durch Wanderung erklären, und was nicht?

In der Miocänperiode zählte die Eiche in Europa vom äussersten Norden bis zum äussersten Süden zu den häufigsten Bäumen. Allein vor drei Decennien waren von den verschiedenen Fundorten tertiärer Pflanzen fast nur solche Blattformen von *Quercus* bekannt, welche sich theils mit *Q. Ilex*, theils mit fremdländischen, grossentheils amerikanischen Arten mit ungelappten Blättern vergleichen lassen. Es konnte daher die Idee einer unmittelbaren Abstammung unserer Roburoiden von den mittel- und südeuropäischen Tertiäreichen in dem Befunde der fossilen Formen keine Stütze finden.

Da nun andererseits vor unseren Augen ein allgemein verständlicher Vorgang stattfindet und gewiss auch in den vorhistorischen Zeiten stattgefunden hat, der bei den Eichen sowohl wie bei allen übrigen Pflanzen auf eine weitere und immer weitere Verbreitung der Individuen und Arten abzielt (wir meinen die Verstreuung der Samen durch Vögel und andere Thiere, durch Winde, fliessende Gewässer etc.), so darf es nicht wundernehmen, wenn man über die historische Entwicklung der Roburoiden-Form hinwegging und sich vorderhand mit der Annahme einer Einwanderung unserer Eiche aus einem der benachbarten Florengebiete zufrieden stellte.

Nach A. De Candolle [1] hätte die Einwanderung der *Q. Robur* L. in Sardinien und Sicilien in der Pliocänperiode stattgefunden, zu einer Zeit als die nördlichsten Gebiete von Afrika bereits durch das Meer von Europa geschieden waren, und der Autor stützt diese Ansicht darauf, dass in Algier, wie überhaupt längs der ganzen Nordküste von Afrika die Roburoiden fehlen.

Die erste Kunde von roburähnlichen Blattformen der Eiche schöpfen wir aus der „Paläontographica", Bd. VIII vom Jahre 1859, worin Ludwig auf Taf. 34 und 35 mehr als ein Dutzend derartiger fossiler Eichenblätter aus den untersten Schichten der Wetterau-Rheinischen Braunkohlenformation (Oligocän) abgebildet und im Texte S. 101 bis 103 beschrieben hat. Diese Fossilien sind nach den Abbildungen (die Originalstücke konnten wir nicht sehen) in der That als zu *Quercus* gehörig erkannt worden. Darunter begegnen wir einer unzweifelhaften *Tephrodes*-Form. Was jedoch der Autor als *Q. furcinervis* Ung. bezeichnet, ist von der Unger'schen Blattform dieses Namens merklich verschieden und lässt sich zum Theil am besten mit manchen Blättern der *Q. Lusitanica* De Cand. vergleichen. Die Ludwig'sche „*Q. chlorophylla*" finden wir nicht selten als accessorisches Formelement bei *Q. sessiliflora*; zu seiner „*Q. Meyeri*", ausgezeichnet durch eiförmige, zum Theil über einander greifende Lappenzähne, können wir gleichfalls Analoga aus dem Formenkreise der *Q. sessiliflora* stellen.

Am häufigsten kehren die als „*Q. Steinheimensis*" und „*Q. furcinervis*" abgebildeten Formen unter den accessorischen Elementen der Wintereiche wieder. Es sind längliche, am Grunde mehr oder weniger abgestumpfte oder abgerundete Gestalten, deren stumpfe kurze Lappen am Rande mannigfache Abweichungen in Grösse und Richtung aufweisen; auch bei *Q. infectoria* Oliv. sind solche Formen nichts seltenes (eigentlich noch häufiger als bei der Wintereiche). Am variabelsten ist die mit dem Namen „*Q. furcinervis*" bezeichnete Form, denn man könnte sie leicht in drei wohl unterscheidbare Abänderungen spalten; und doch macht dieser ganze Formencomplex auf den mit der Heterotypie der Eichen vertrauten Beschauer in Anbetracht der mehrfachen vermittelnden Übergangsglieder den Eindruck, dass alle diese Typen auf ein und demselben Baumstamme gelebt haben können.

Bald darauf (1860) bekam Prof. Unger aus dem Tertiär der Wetterau mehrere Stücke fossiler Eichenblätter mit sehr gut erhaltenen Umrissen und Secundärnerven; er hat sie in seiner Sylloge plantarum fossilium, I, auf Taf. 4 abgebildet und S. 12 als *Q. Gmelini* beschrieben. Diese hat aber keine Ähnlichkeit mit den von Ludwig aufgestellten fossilen „Eichenarten" der Wetterau.

---

[1] Étude sur l'espèce, à l'occasion d'une révision de la famille des Cupulifères. Bibl. Univ. Arch. des Sciences phys. et natur.) Novembre 1862.

Die Unger'sche *Q. Gmelini* A. Br. ist durch langgestielte längliche oder länglich eiförmige, bald länger, bald kürzer zugespitzte Blätter mit ungleichmässigen, etwas geschlängelten und meist netzläufigen Secundärnerven ausgezeichnet. Charakteristisch sind auch die wenigen theils abgestumpften, theils fein zugespitzten Buchtenzähne. Geradezu identisch mit dieser Form ist unsere öfter erwähnte *f. pseudo-xalapensis* der Wintereiche, namentlich das Blatt der unteren Äste und Zweige an jüngeren Baumindividuen (Denkschr. LIV. Bd., Taf. II, Fig. 7), das man darum ebenso gut auch als „*Gmelini*-Form" bezeichnen könnte.

Wenn man von einer unbedeutenden Abänderung absieht, so kann man auch die Heer'schen *Q. Gmelini*, *Q. Meriani*, *Q. Nimrodis* von Öningen (alle drei in der Foss. Fl. d. Schweiz auf Taf. 76 abgebildet) und die *Q. cuspidata* vom Hohen-Rhonen (l. c. Taf. 77) diesem Typus einfügen. — „*Q. Nimrodis*", *Q. Gmelini* und „*Q. cuspidata*" entsprechen den schmäleren gipfelständigen Blättern des Baumes. Bei „*Q. Meriani*" und „*Q. Nimrodis*" sind die Buchtenzähne zum Theil fein zugespitzt und verlängert wie bei der gegenwärtigen *Q. xalapensis*.

Nochmals begegnen wir der „*Q. Nimrodis*" im europäischen Tertiär, doch in der jüngeren pliocänen Periode. Zunächst sind die Blattfossilien von Szánto in Ober-Ungarn (vergl. Unger, die Foss. Fl. von Szánto Taf. 2, Fig. 2—4) zu erwähnen; diese Blattform gleicht in den Umrissen und in der Randzahnung der Lamina der echten Kastanie (*Castanea vulgaris*), gibt sich aber durch den langen Blattstiel, wie bei *Q. Gmelini*, sofort als zur Eiche gehörig zu erkennen. Formen mit länglichen Umrissen und stumpfen, gerundeten, sehr kurzen und ungleichmässigen Buchtenlappen wurden von Unger und Massalongo als *Q. etymodrys* beschrieben. Diese Formen sind es, die so häufig als accessorisches Element bei *Q. sessiliflora* und noch häufiger bei der nordamerikanischen vielgestaltigen *Q. Prinus* L. wiederkehren. Man vergl. z. B. *Q. etymodrys* Ung. aus dem Pliocän von Gleichenberg (l. c. Taf. 3, Fig. 3) mit Fig. 13—15 auf unserer Taf. I, worauf mehrere Blätter der *Q. sessiliflora f. Falkenbergensis* dargestellt sind. In grösserer Zahl sind fossile Blattabdrücke von diesem Typus aus den gypsführenden Tertiärschichten von Sinigaglia bekannt; wir verdanken deren Kenntniss der unermüdlichen Thätigkeit Massalongo's, der auf Taf. 22 und 23 seines Werkes mehr als ein halbes Dutzend davon bildlich veranschaulicht hat. Was dieser Autor *Q. Cardanii* nennt, ist von *Q. etymodrys* nur wenig verschieden, findet sich zeitweilig auch bei der europäischen *Q. sessiliflora* und bei der amerikanischen *Q. Prinus*, ähnlich wie die *Q. deuterogona* Ung. von Gleichenberg (l. c. Taf. 1, 3). — Zu den accessorischen Formelementen der Wintereiche gehört, wie schon oben hervorgehoben worden ist, vorzugsweise das länglich elliptische, seicht gezähnte oder gebuchtete Blatt, das eigentlich in den Formenkreis der *Q. Lusitanica* De Cand. und *Q. infectoria* Oliv. eingreift, sich aber im Pliocän von Gleichenberg (Unger, l. c. Taf. 4, Fig. 1) und in den jüngeren Pliocänschichten der Auvergne (Saporta, Le Monde des plantes p. 347) fossil vorgefunden hat.

So vielen übereinstimmenden Thatsachen gegenüber muss man sich nicht mehr auf Vermuthungen beschränken. Es unterliegt nun keinem Zweifel mehr, dass die Ahnen unserer mitteleuropäischen Wintereiche, welche in der Zeit vor dem Pliocän gelebt haben, bereits Bewohner dieser Gegenden waren, und die Annahme einer Einwanderung der *Q. sessiliflora* während der Pliocänperiode erweist sich als eine nun entbehrliche Hypothese. Mehr und mehr zeigt sich in Mitteleuropa im Laufe des Tertiär bei den Eichen, welche die Formelemente „*Q. furcinervis*" Ludw., „*Q. Steinheimensis*", „*Q. Meyeri*", „*Q. Gmelini*", „*Q. Meriani*", „*Q. Nimrodis*", „*Q. etymodrys*", „*Q. deuterogona*", „*Q. Cardanii*", „*Q. Costae*", „*Q. Mirbeckii antiqua*" getragen haben, die Tendenz, das tiefer gebuchtete Roburoidenblatt zur Geltung zu bringen, unter allmählicher Verdrängung der übrigen Formelemente, bis endlich während des Quaternär dieses allein nördlich von der 45. Parallele zur Herrschaft gelangte, die anderen aber als mehr und mehr verschwindende accessorische Elemente in Verfall geriethen.

Mit der Stieleiche (*Q. pedunculata*) verhält es sich freilich ganz anders: einerseits sind unter den Tertiäreichen Europas keine solche Formen bekannt, die zugleich als accessorische Elemente an der lebenden Stieleiche nachweisbar wären (wir sehen hier von dem in mancherlei Beziehung noch problematischen Hamadryadumblatt ab), andererseits zeigt *Q. pedunculata* keine Übergänge zu den Formen der Galleichen. Beachtet

man dies und erwägt man noch, dass in Cilicien und Kurdistan, bei Trapezunt und sonst in Kleinasien die *Q. Haas* Kotschy heimisch ist, eine Eiche, welche der *Q. pedunculata* sehr ähnlich ist, neben mehrfachen Abänderungen, die sich kaum mehr von unserer Stieleiche unterscheiden, so haben wir allen Grund, den Bildungsherd oder die Urheimat der letzteren im westlichen Asien und in den Pontusländern anzunehmen; ihr Erscheinen im westlichen Europa (Schweiz) in der Interglacialzeit ist demnach nicht anders als durch eine Einwanderung aus dem Oriente zu erklären.

Q. sessiliflora (sammt *Q. pubescens*) und *Q. pedunculata* stehen geschichtlich weit auseinander; der historische Gang ihrer Ausgestaltung spricht nicht zu Gunsten der mehrererseits geübten Zusammenziehung beider zu einer Species. Der Befund und die Tragweite ihrer gemeinsamen Merkmale rechtfertigt nur die Aufstellung einer engeren Gruppe — der Roburoiden — und nicht mehr. Vom genealogischen Standpunkte aus dürften *Q. sessiliflora* und *Q. pubescens* viel richtiger mit den Galleichen vereinigt werden als mit der Stieleiche.

Wir haben ferners gesehen, wie die einfach fiederlappige Normalform des Eichenblattes in den Polarländern früher auftrat als im Süden Europas, und es bleibt uns noch übrig einen Fall seltener Formübereinstimmung zwischen gewissen Eichenblättern aus dem jüngeren Tertiär von Alaska (im äussersten Nordwesten von Nordamerika) und einigen anderen aus den Cineriten von Cantal im östlichen Frankreich (Pliocän) zu erwähnen. O. Heer hat im II. Bd. seiner „*Fl. foss. arctica*“ auf Taf. 5 und 6 der *Fl. foss. alaskana* mehrere sehr gut erhaltene Blattabdrücke abgebildet und als *Q. Furuhjelmi* beschrieben, die ganz und gar nicht von denen der *Q. Robur pliocaenica* Saporta's zu unterscheiden sind (vergl. l. c. p. 343). Wie könnte man nur im Entferntesten daran denken, dass die letztere zu *Q. Furuhjelmi* in einer ähnlichen Beziehung stehe wie etwa die Normannen, welche im 11. und 12. Jahrhundert in Sicilien lebten, zu den damaligen Bewohnern der Nordküste Frankreichs?

Mit dem Wandern der Eiche hat es ein ganz eigenes Bewandtniss: wenn es auch richtig ist, dass manche Thiere deren Samen öfters verschleppen, so ist andererseits zu bedenken, wie schnell die Keimkraft derselben erlischt; ist einmal die Eichel vertrocknet (was in wenigen Tagen geschehen kann), so keimt sie nicht mehr. Welche Fährlichkeiten hätte so eine etapenmässig aus Alaska quer durch Asien gegen Europa wandernde Eiche zu bestehen! Und wenn die Erweiterung des Verbreitungsgebietes bei *Quercus* in Wirklichkeit nicht so vielen Schwierigkeiten unterworfen wäre, dann hätte ja auch die *Q. pedunculata* schon im Pliocän in Europa erscheinen müssen. Man kann nicht einmal die in früheren Zeiten öfter vorgehaltene Spärlichkeit der Funde fossiler Eichenreste zu einem Einwand benützen und etwa behaupten: sie war möglicher Weise da, aber es ist noch kein Blatt, keine Frucht davon im fossilen Zustande entdeckt worden. Denn in Wirklichkeit ist die Zahl der fossilen Eichenfunde aus dem Pliocän und Vor-Pliocän eine sehr beträchtliche und diese vertheilen sich auf zahlreiche Localitäten des mittleren und südlichen Europa. Für das Pliocän sind besonders hervorzuheben: Sinigaglia, das Arno-Thal in Italien, Gleichenberg in Steiermark, Szánto in Ober-Ungarn, mehrere Localitäten in der Auvergne. Eine Communication zwischen der Pflanzenwelt der Pontusländer und dem westlichen Europa scheint demnach erst seit dem Beginn der Quaternärperiode zu bestehen, nachdem sich das sarmatische Meer gänzlich zurückgezogen hatte. Dass nach völliger Herstellung einer offeneren Verbindung Mittel-Europas mit dem Gebirgslande am schwarzen Meere auch die Sippschaft der heimischen *Q. sessiliflora* durch orientalische, der Wintereiche mehr oder weniger entsprechende Formen (*Q. armeniaca* Kotschy, *Q. Cedrorum* Kotschy, *Q. vulcanica* Kotschy, *Q. aurea* Wierezb. u. a.) eine namhafte Bereicherung erhielt, ist mindestens sehr wahrscheinlich.

Die Thatsache einer so augenfälligen Übereinstimmung wie zwischen *Q. Furuhjelmi* Heer von Alaska und der *Q. Robur pliocaenica* Sap. von Cantal versucht man also vergeblich durch Wanderung zu erklären; aber dieselbe gehört in die Kategorie von mancherlei Erscheinungen, von denen hier schon öfters die Rede war (man vergl. insbesondere den Abschnitt über die Originalität der Formelemente Bd. LV). Werfen wir einen Blick auf unsere Taf. VI, da sehen wir in Fig. 11 einen vierblätterigen Zweig vom ersten Trieb der nordamerikanischen *Q. alba* L. (cult. im botan. Garten zu Graz); vergleichen wir aber diesen mit Fig. 12 und 13,

welche zwei Blätter des Sommertriebes von *Q. pedunculata* (von Mittelsteiermark) veranschaulichen, so bemerken wir keinen Unterschied. Aber auch Fig. 14, *Q. sessiliflora* vom zweiten Trieb nach einem frühzeitigen Insectenfrass, gehört demselben Typus der Blattform an. Nehmen sich alsdann nicht die Zweige dieser letzteren Art (vom ersten Trieb), Fig. 1 und 10, sowie auch die accessorischen Gestalten der *Johnstrupii*-Form Fig. 1—9 um so seltsamer aus?

In Fig. 11—14 beobachten wir die Coïncidenz der Blattformen specifisch verschiedener Bäume, deren Heimat in zwei weit von einander getrennte Florengebiete fällt, und in Fig. 1—10, 14 die Discordanz der Blattformen zweier oder dreier Bäume derselben Art von der gleichen Localität.

Wie schon anderwärts bemerkt wurde, ist das normale Roburoidenblatt noch lange nicht das Endziel des Gestaltungstriebes der vorweltlichen Eichen vom Stamme der *Q. Lusitanica*. Häufig wird dasselbe vom tiefer eingeschnittenen und selbst vom doppelt-fiederspaltigen Blatte — *Pinnatifida*-Form γ — abgelöst. In typischer Ausbildung beobachten wir dieses Formelement bei *Q. longiloba* Vuk. und *Q. pinnatifida* Vuk. (beide der *Pubescens*-Gruppe angehörig) Taf. II, Fig. 6, Bd. LIV, bei *Q. sessiliflora* Taf. III, Fig. 8 und *Q. pedunculata*, aber auch bei den südeuropäischen *Q. Tozza* Bosc. und *Q. Farnetto* Ten., resp. *Q. conferta* Kit., die sich in den Früchten, besonders in der Cupula, von den Ruboroiden im engeren Sinne merklich unterscheiden. Nicht minder kommt diese Blattform bei mehreren Arten der Prinoiden-Gruppe vor, namentlich bei *Q. lobata* Née, auch bei *Q. Douglasii* Hook. et Arn. und selbst bei *Q. Cerris* (bei letzterer nur im Sommertrieb).

Es macht sich also in einer gewissen Richtung ein Gestaltungstrieb geltend, der mit Umgehung der engeren Zusammengehörigkeit in Blüthe und Frucht dasselbe Ziel verfolgt. Diese Convergenz in der Blattgestaltung wird schon im jüngeren Pliocän bemerkbar; denn im Kalktuff von Toscana tritt mehrfach das doppelt-fiederspaltige Blatt der *Q. Tozza*, resp. *Q. Farnetto* auf. Vergl. Gaudin l. c. Taf. 2. Dagegen kennt man aus dem Tertiär der Polarländer und von Alaska bisher eben so wenig Spuren dieses Blatt-Typus der Eiche, wie von anderen Gegenden Europa's und Nordamerika's, was uns zu dem Schlusse führt, dass von allen Formelementen, welche der Eiche von Natur aus eigen sind, in der historischen Ausgestaltung des Individuums dieses das jüngste ist, und wahrscheinlich erst in der Zukunft zur vollkommenen Geltung gelangen dürfte.

Es kann aber auch in manchen Fällen eine ähnliche Convergenz die Fruchtform betreffen, mit Umgehung der Zusammengehörigkeit nach dem Blatt-Typus. Alsdann wird es Individuen geben, die in Blattform und in der Beschaffenheit der Frucht Übereinstimmung genug zeigen, um bei Anwendung rein systematischer Grundsätze zu einer Species zusammengefasst zu werden. So mag es kommen, dass Arten gebildet werden, die auf keiner phylogenetischen (richtiger genealogischen) Grundlage beruhen, wie z. B. *Q. Robur* L. (De Candolle u. A.). Von diesem Standpunkte aus wäre es vielleicht nicht gefehlt, auch die nordamerikanische *Q. Douglasii* in die *Q. Robur* einzubeziehen, was bereits A. De Candolle bei der Bearbeitung der Eichen (Prodr. Bd. XVI, p. 23) sehr nahe gelegen ist.

V. Blatt, Blüthe und Frucht.

Mehrmals wurde bereits darauf hingewiesen, dass wir nicht im Stande sind, das Causalitätsprinzip auf die Erscheinungen der Variation des Blattes anzuwenden. Geht es mit dem Nützlichkeitsprinzip besser? Nicht im Mindesten. Schon a priori leuchtet ein, dass wir nach den bisherigen Anschauungen auch damit nicht weiter kommen; denn es handelt sich ja um das Hervortreten neuer Formelemente: der Pflanzenorganismus kann aber, da er weder Bewusstsein noch Willensfähigkeit besitzt, nicht willkürlich in diesen „Schöpfungsact" eingreifen, um gerade diejenigen Organformen hervorzubringen, welche ihm für die Zukunft förderlich oder nützlich sein könnten, dann nämlich, wenn die Pflanze im Wettbewerb mit anderen gleichsam die Probe zu bestehen hat. Die Anwendung des Nützlichkeitsprincips beginnt da, wo die neuen Formelemente bereits erschienen sind.

Aber auch in der Concurrenz scheint der Blattform nicht ein überwiegender Einfluss beschieden zu sein. Viele Eichen haben gegenwärtig ein tief eingeschnittenes Blatt, ihre Nächstverwandten hatten in der Urzeit ein ungetheiltes. Bei den Buchen *(Fagus)* verhält es sich umgekehrt mit der Randzahnung. Nun wissen wir weder warum die Eichen gegenwärtig in Europa, Nordamerika und anderwärts die Tendenz haben, tiefer gebuchtete Blätter zu entwickeln, noch vermögen wir zu begreifen, wie und warum solche Blätter dem Bedürfniss des Baumes gegenwärtig besser entsprechen sollen, als ungetheilte; denn unter gleichem Klima haben sehr viele andere Baumarten theils ganzrandige, theils nur sehr wenig gebuchtete oder eingeschnittene Blätter; und sie gleichen doch im Wuchs, in der Physiognomie, in den Bedürfnissen nach Feuchtigkeit, Licht und Wärme und in manch' anderer Beziehung den Eichen.

Es ist schon viel, wenn wir (wenigstens für einige Erscheinungsgruppen) einen Zusammenhang der Correlation erkennen. Wird ein Blatt der *Q. sessiliflora* oder der *Q. pubescens* im Zustande seiner grössten Reizfähigkeit vom Springrüssler angestochen, und erfolgt die Verletzung nahe an der Basis der Blattspreite, so erweitert sich diese im weiteren Wachsthum mehr oder weniger, nicht selten bis zur Unförmlichkeit (wie bereits anderwärts angedeutet worden ist), aber in demselben Grade schwindet der vordere Theil der Lamina; er verkümmert häufig derart, dass ein völlig herzförmiges Blatt entsteht.

Eine Correlation besteht auch an der Frucht zwischen Eichel und Cupula; denn so oft wir bei *Q. sessiliflora* und *Q. pedunculata* letztere durch ungewöhnlich grosse Dimensionen verändert finden, können wir mit Sicherheit darauf rechnen, dass auch die Eichel nicht (wie sonst) länglich zugespitzt ist, sondern kurz-oval, vorn genabelt, am Grunde mit erweitertem Nabelfleck. Ähnlich verhält es sich mit den grossfrüchtigen Eichen Nordamerika's und des Orients: *Q. macrocarpa*, *Q. vallonea*, *Q. graeca*, *Q. macrolepis* u. a. (Vergl. Kotschy, Eichen Europa's und des Orients.)

Ist die Cupula nicht übermässig vergrössert, so kann die Eichel immerhin auch grosse Dimensionen annehmen, sie ist aber länglich, vorn gar nicht oder nur schwach genabelt und besitzt keine auffallend erweiterte Ansatznarbe.

Die angeführten Vorkommnisse documentiren einen inneren, auf organischer Entwicklung beruhenden Zusammenhang zwischen integrirenden Partien eines und desselben Pflanzentheiles. Von immenser Bedeutung für die Paläontologie und die gesammte Formentwicklungsgeschichte der Pflanzen wäre es, wenn auch zwischen den Gebilden zweier verschiedener Organsysteme desselben Individuums oder aller Individuen derselben Art ähnliche Beziehungen bestehen würden, z. B. zwischen Blatt und Blüthe, Blatt und Frucht, Blüthe und Frucht; denn alsdann wäre es — hinreichende Erfahrung vorausgesetzt — möglich, aus der Beschaffenheit des Blattes auf die Formeigenschaften der Frucht, aus dem Aussehen der Frucht auf die Charaktere der Blüthe u. dgl. zu schliessen. Leider ist es nicht so, und dieser Umstand macht es dem Paläontologen um so mehr zur Pflicht, bei der Deutung der Fossilreste (die natürlich meist einzelne Blätter oder Blattfragmente sind) Mässigung und skeptische Vorsicht zu üben.

Doch kennen wir wenigstens einen sicheren Fall von Correlation zwischen Blatt-Typus und Form der Nuss bei Eichen. Es ist nämlich constatirt worden, dass die Eichel bei *Q. sessiliflora* var. *cochlearifolia* (*Q. Falkenbergensis* Booth.), von der wir schon oben Erwähnung gethan haben, nach vorn kegelförmig zugespitzt ist; wir sahen dies an den Früchten des Baumes, der im botanischen Garten zu Graz cultivirt wird, und dieselbe Form hat auch die Nuss an einem jüngeren Baume, der bei Leibnitz (im Sausal) im Freien wächst. Seit 1882, wo die Beobachtung im botanischen Garten begann, bis jetzt hat sich die Fruchtform dieser Varietät nicht geändert, und auch in zweiter Generation ist die Kegelform der Nuss zum Vorschein gekommen. Und seltsamer Weise scheint diese Sonderbarkeit schon einer Ureiche aus dem hohen Norden, der *Q. groenlandica*, eigen gewesen zu sein, da die Abbildung eines Fossils von der Hasen-Insel in der Fl. foss. arct. Bd. VII von Heer, Taf. 91, Fig. 5 ziemlich genau diese Form der Eichel wiedergibt.

Wenn bei den Roburoiden, welche in progressiver Fortbildung des Blatt-Typus durch Hinzutreten der *Pinnatifida*-Form γ sich befinden, schliesslich die Variation der Becherschuppen mit dem neuen Blattcharakter zusammentrifft, so ist diese Combination sicher nicht mehr als eine wirkliche Correlation aufzufassen, und

zwar aus folgenden zwei Gründen: 1. Beim anfänglichen Erscheinen dieser Blattform bemerkt man an vielen Bäumen noch gar keine Neigung zur Verlängerung oder zu irgend welcher Alteration bei den Becherschuppen; erst wenn das *Pinnatifida*-Blatt 7 alle anderen Formelemente verdrängt hat, werden die Schuppen der Cupula länglich, zugespitzt, zahlreich, dachziegelartig neben und über einander gestellt (wie bei *Q. Tozza*). 2. Wenn die Zertheilung oder Zerschlitzung der Blattspreite in einem correlativen Zusammenhange mit der Form der Becherschuppen stünde, so könnten diese bei *Q. tinctoria* (namentlich bei der schlitzblättrigen Varietät) nicht kurz und gerundet sein, ähnlich wie bei *Q. Phellos*, sondern sie müssten, den bei den Roburoiden beobachteten Formverhältnissen entsprechend, eine längliche Gestalt haben und unter allmäliger Verschmälerung endigen.

Was ist natürlicher als die Voraussetzung, dass Eichenformen, welche vermöge ihres Vegetationscharakters, vermöge der Form ihres Blattes und der Beschaffenheit ihrer Frucht eine engere Gemeinschaft bilden, auch im Bau ihrer männlichen Blüthen mit einander übereinstimmen werden, weil der Bau der Blüthe überhaupt über die Stellung der Pflanze im Systeme entscheidet und gewöhnlich für sich allein schon Gattungs-, Familien- und Ordnungscharaktere liefert? Alle europäischen Roburoiden haben in der That ein 6-zähliges tiefgespaltenes männliches Perigon mit schmalen, am Rande (namentlich gegen die Spitze) bärtig gewimperten Sepalen und kleine, stumpfe, kahle Antheren, und es ist zu erwarten, dass Eichen, welche in ihrem gesammten Vegetationscharakter mit einander übereinstimmen, da sie zu einer und derselben Art gehören, oder doch zu einer und derselben engeren Gruppe, umsomehr in solchen wichtigen Merkmalen zusammentreffen werden. Aber in unzähligen Fällen verhält sich die Sache anders. So hat z. B. *Q. maranthera* unförmlich vergrösserte Staubkölbchen; bei einer schmalblättrigen Varietät der *Q. Ilex* (im botan. Garten zu Graz) werden stumpfe Antheren angetroffen, dagegen sind sie bei *Q. Tozza*, welche mit *Q. Ilex* nicht nahe verwandt ist, mit einer deutlichen Spitze versehen, so wie man sie in der Regel bei *Q. Ilex* findet. *Q. macrocarpa* und *Q. sessiliflora* stimmen in den männlichen Blüthen sonst im Wesentlichen mit einander überein; aber die Frucht der ersteren ist auffallend gross und in jeder Beziehung vom Typus jener der orientalischen *Q. callonea* und ihrer nächst Verwandten, welche man früher insgesammt *Q. Aegilops* L. nannte, u. s. w.

Bei *Fagus silvatica* kommen gegenwärtig zweierlei Fruchtnüsschen vor: die einen sind nur ganz vorn an der Spitze mit angedrückten bräunlich grauen Härchen überzogen, sonst kahl, glänzend, mit unten eiförmig verbreiterten, rasch zugespitzten, der Länge nach gefurchten Seitenflächen; bei den anderen reicht die Behaarung bis zur Mitte und darüber, die Seitenflächen sind länglich, glanzlos, ungefurcht. Eine Fruchthülle trägt (so weit unsere bisherigen Beobachtungen reichen) nur einerlei Nüsschen, so auch ein und derselbe Baum. Allein wir haben uns vergeblich bemüht, eine Correlation zwischen dem Typus der Nuss und der Form des Blattes zu finden. Die Früchte, welche Nüsschen der ersteren Art enthalten, sind sehr kurz gestielt, die übrigen bald lang, bald kurz gestielt; doch ist der Stiel nie kürzer als 10 *mm* und nie länger als die Cupula gefunden worden. Nebenbei sei hier noch bemerkt, dass die aus dem Miocän Mitteleuropas bisher bekannten *Fagus*-Nüsschen der *F. horrida* Ludw. und *F. Deucalionis* Ung. angehören, und dem ersteren Typus zu entsprechen scheinen, wo sie (wie bei dieser) gestreifte oder gefurchte Seitenflächen haben.

Ausser den hier angeführten *Fagus*-Nüsschen wären noch zwei andere Funde namhaft zu machen, nämlich ein Nüsschen von *F. intermedia* Ett.[1] aus dem Eocän von Alum-Bay in England und ein Nüsschen von *F. Benthami* Ett.[2] aus dem Eocän von Elsmore in Neu-Süd-Wales (Neu-England). Beide sind sehr gut erhalten; aber sie sind von demselben Typus wie die Nuss unserer heutigen *F. silvatica*, wiewohl die Bäume, auf denen sie gewachsen sind, verschieden waren, und sicher zu anderen *Fagus*-Arten, resp. Subspecies, gehörten, als die gegenwärtig auf den beiden Hemisphären vorkommenden Buchen. Und wie weit wuchsen diese Bäume von einander entfernt, und welch' mächtige Veränderung haben nicht seitdem die Floren der Erde erlitten!

---

[1] Beiträge zur Erforschung der Phylogenie der Pflanzen, III—VII. Bd. XLIII, 1880, Taf. 19, Fig. 15, 16.

[2] Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora Australiens, Bd. LIII, 1886, Taf. 10, Fig. 8, 9.

Im Gegensatze zu einer so hartnäckigen Formbeständigkeit der Nuss hat sich die Blattform der Buche seit dem Beginn des Tertiärs einem oftmaligen Wechsel unterzogen, obschon nicht immer neue Motive zum Vorschein kamen, sondern mehr als einmal schon da gewesene Formen herhalten mussten, wie bereits in den früheren Abschnitten ausführlich gezeigt worden ist. Während die Nuss, von der oben beschriebenen Modification abgesehen, nicht die geringste Neigung zeigt, zu variiren, scheint der Trieb oder die Tendenz zur Metamorphose des Laubes in der Gegenwart noch lange nicht ihren Abschluss gefunden zu haben.

Man kennt bisher unseres Wissens nur von einigen wenigen Fundorten die fossile Cupula von *Fagus*, es bleibt also in den meisten Fällen unentschieden, wie diese bei den vorweltlichen Arten beschaffen war. Bei *F. silvatica* der Gegenwart variirt sie nur in der Länge des Stieles und einigermassen in der Länge der Valven, indem diese bisweilen kürzer bleiben als die Nüsschen. Das Indument und die pfriemlich fadenförmigen abstehenden, in eine weiche Spitze endigenden Schuppen fanden wir stets constant.

Dagegen erscheint die Cupula bei *Q. sessiliflora* und *Q. pedunculata* bald halbkugelig, bald mehr trichterig, nicht gar selten nahezu seicht schüsselförmig. Die Schuppen sind in der Regel am Grunde dreieckig erweitert, bald höckerig bald flach gewölbt und haben eine wie aufgesetzte, ganz kurze membranöse Spitze; aber an manchen Bäumen sind sie schmäler, länglicher, allmälig zugespitzt. Besonders häufig tritt letztere Modification bei *Q. pubescens* auf, wo die Schuppen zudem auch steifer und zugleich zahlreicher (in dachziegelförmiger Anordnung zusammengestellt) zu sein pflegen.

Im Ganzen ist im Vergleich zum Blatte die Frucht einer minderen Variabilität unterworfen. In den männlichen Blüthen sind innerhalb der Gruppe der Ruboroiden keine Abänderungen von Belang beobachtet worden.

Weder die Buche noch die Eiche bringt im zweiten Trieb Blüthen und Früchte hervor, während mehrerlei andere Bäume und Sträucher, namentlich der Weinstock, der Apfelbaum, *Cornus sanguinea*, *Aesculus Hippocastanum* und andere Arten nicht selten im Sommer zum zweiten Male blühen. Bei *Cornus sanguinea* geschieht es geradezu häufig, und auch wenn die Pflanze keineswegs durch Hagelschlag oder sonstige Verstümmelung, resp. Hemmung des Wachsthums (durch eine vorausgegangene Dürre, excessive Hitze u. dgl.) zu einem zweiten Trieb veranlasst wurde. Bei *Rhamnus Frangula* sieht man allgemein den ganzen Sommer hindurch reife und halbreife Früchte mit Blüthen zugleich auf ein und demselben Stamme.

VI. Vertheilung der Formelemente am Mutterstocke bei heteretypischen Arten.

Ähnlich wie die verschiedenen Arten der Federn eines Vogels ihre bestimmte Stelle am Körper einnehmen, so ist auch jeder bestimmt ausgeprägten Modification des Blattes bei heterotypischen Bäumen ein bestimmter Platz angewiesen, nur ist diese Vertheilung der Formelemente bei manchen Cupuliferen in Folge störender Einflüsse, welche öfter die Belaubung unterbrechen, bisweilen sistirt.

Das normale Formelement, das sich bekanntlich an den meisten gleichnamigen Gliedern des Pflanzenkörpers wiederholt und als Laub dem Individuum den charakteristischen Ausdruck verleiht, erscheint nur im ersten Trieb, im Frühjahre, die accessorischen können dagegen ebensowohl gleich mit der Belaubung, als auch an den später folgenden Innovationen auftauchen; doch verhalten sich mitunter Arten derselben Gattung hierin sehr verschieden. Was die Innovationen anbelangt, so wäre zunächst der Unterschied festzuhalten, ob dieselben periodisch sind oder nur gelegentlich, d. h. durch störende, das Wachsthum zeitweise unterbrechende oder erschwerende Ursachen, als: Spätfrost, Insectenfrass, Verstümmlung durch den Hieb, Windbrüche, Hagelschlag u. dgl. veranlasst. Die periodische Innovation kann wieder entweder aus den Terminalknospen der Frühjahrstriebe hervorbrechen, wie z. B. bei *Populus alba*, oder sie kann eine unmittelbare Fortsetzung des Frühjahrstriebes sein, wie z. B. bei *Morus alba* und *Broussonetia papyrifera*. In manchen Fällen ist zwischen dem periodischen und gelegentlichen Nachtrieb keine Grenze bemerkbar, und alsdann ist die Anlage zu einer in die Sommermonate fallenden Innovation (ursprünglich durch ganz specielle Ursachen inducirt) beinahe schon erblich geworden, z. B. bei den roburoiden Eichen.

Im Übrigen äussern jüngere Bäume eine grössere Neigung zum Nachtrieb als ältere; jene, welche auf fruchtbarem Boden stehen, incliniren dazu mehr als solche, die auf trockenem sterilen Boden wachsen, jene sonniger Localitäten wieder mehr als jene schattiger Standorte. Blüthen erzeugt der Nachtrieb bei heterotypen Arten unseres Wissens nicht; dagegen sieht man manchen Baum oder Strauch, der zu den homotypischen gehört, im Sommer oder selbst im Herbst zum zweiten Male blühen, so insbesondere die Weinrebe. *Vitis vinifera*, nach einem Hagelschlag, die Weigelie (*Weigelia rosea* hort.), den rothen und weissen Hartriegel (*Cornus sanguinea* und *C. alba*), in den Gärten ohne besondere Veranlassung. Der Faulbaum, *Rhamnus Frangula*, setzt selbst auf minder fruchtbarem Boden aus kurzen Innovationen jahraus-jahrein regelmässig den ganzen Sommer hindurch (vom Mai bis in den Herbst) neue Blüthen an, so dass man Blüthenknospen, geöffnete Blüthen, junge und reife Früchte neben einander sehen kann. Nach heissen trockenen Sommern blühen einzelne Apfelbäume im Herbst zum zweiten Male, so auch hin und wieder *Viburnum Lantana*, *Aesculus Hippocastanum*, manche Weiden und Papilionaceen. Hiebei tritt kein neues oder überhaupt ungewöhnliches Formelement auf.

Im periodischen Nachtrieb zeigt sich bei *Populus alba* eine progressive Blattform, es ist das fünflappige, derbe, unterseits dicht weissfilzige Blatt, wovon sich unter den fossilen Resten dieser Gattung keine Spur vorfindet, während das Normalblatt der Kurztriebe mehrfach bei verschiedenen Pappelarten, resp. Varietäten, der Tertiärperiode constatirt wurde. — Bei *Acer rubrum* L. tragen die Kurztriebe die typische fünflappige Blattform, mit der dreilappigen vermischt, welch' letztere meist als Niederblatt erscheint; an derselben sind die Hauptnerven am Grunde genähert und die Seitenlappen sind mehr nach vorn gerichtet; es ist dies jenes Blatt, welches für die tertiäre allgemein verbreitete Art, *A. trilobatum* A. Braun., kennzeichnend ist. Die am Ende der längeren Zweige im Juni und Juli sich entwickelnden Sommersprosse bringen das fünflappige tiefer eingeschnittene Blatt mit gespreizten Hauptnerven, verlängerten Mittellappen und schärferer, weniger gleichmässiger Randzahnung hervor. Auch diese Form, sowie das fünflappige Blatt mit stumpferer Zahnung kommt innerhalb des Formenkreises des vorweltlichen *Acer trilobatum* (wenn auch seltener) vor. Im Ganzen sind *A. rubrum* und *A. trilobatum* so wenig von einander verschieden, namentlich wenn man die nahezu vollständige Identität des Blüthenstandes und der Früchte beachtet, dass wir ohne Bedenken letztere Art als den unmittelbaren Ascendenten des lebenden *A. rubrum* betrachten können. Aber die Zahl der Blattmodificationen oder Formelemente, welche den Inbegriff der fossilen Art ausmachen, ist merklich grösser als die Zahl der am lebenden Baum zum Vorschein kommenden Abänderungen; letzterer ist weniger heterotypisch als sein Ahne, an dem hin und wieder die Blätter die enormen Dimensionen ansehnlicher Platanenblätter erreicht haben. Ein nennenswerthes progressives Formelement beobachtet man bei *A. rubrum* nicht, es sei denn, dass wir auf den schwächeren Wuchs, geringere Grösse der Blätter und namentlich auf die merklich dünneren Blattstiele ein wesentliches Gewicht legen.

Wahrscheinlich ist das fünflappige Blatt bei diesem Ahorn jünger als das dreilappige, und nicht weniger bemerkenswerth ist es, dass ersteres zunächst am Sommertrieb entsteht, um nachträglich auf den Frühjahrstrieb überzugehen, wo es zu vollkommener Ausbildung gelangt, während das dreilappige allmälig verdrängt wird und schliesslich nur mehr als verkümmertes Niederblatt einen Platz am Kurztrieb findet.

Ähnlich wie *A. rubrum* verhält sich *Liquidambar styraciflua* L. (Taf. VII, Fig. 9, 10) in Hinsicht der Vertheilung seiner zwei wesentlichen Formelemente: an den Kurztrieben bemerken wir das fünflappige Blatt, Fig. 10, mit kurzem Mittellappen, dessen Ränder bogenförmig sind; an den endständigen nachwachsenden Langtrieben steht das gleichfalls fünflappige, aber tiefer eingeschnittene Blatt, Fig. 9, mit verlängertem, allmälig zugespitztem, am Grunde verengtem Mittellappen, der (an den gipfelständigen Blättern) nicht selten je einen kurzen Zahnlappen jederseits trägt. Beide Formelemente kommen auch fossil häufig vor, das erstere ist dem „*L. Vincianum*" Mass. von Sinigaglia ähnlich, das letztere, auch durch die derbere Consistenz ausgezeichnet mit „*L. protensum*" Ung. identisch; beide sind durch alle denkbaren Zwischenstufen mit einander verknüpft und entsprechen mit diesen zugleich dem tertiären sehr weit verbreiteten Amberbaum, *L. europaeum* A. Braun., der sich, wie wir hieraus ersehen haben, seit dem älteren Miocän bis zur Gegenwart im Blatt gar nicht geän-

dert hat. Hierdurch wird auch die im LV. Bande, S. 361—364 von Dr. Standfest auf Grund eingehender Vergleichungen der fossilen *Liquidambar*-Formen von Parschlug ausgesprochene Ansicht von der Hinfälligkeit der als selbständige Arten von den Autoren aufgefassten *L. Vincianum* und *L. protensum* wesentlich unterstützt.

Zu denjenigen heterotypischen Baumarten, deren Formelemente an zweierlei Sprosse gebunden sind, gehört auch *Ginkgo biloba* L. oder *Salisburia adiantifolia* Rich. (Taf. VII, Fig. 1—8). Das Normalblatt, Fig. 1, erscheint an den zahlreichen im Frühjahre sich belaubenden Kurztrieben; 5 bis 8 meist langgestielte fächernervige Blätter mit nach vorn dreieckförmig erweiterter Lamina sieht man wirtelständig um die einzige Knospe des Kurztriebes stehen; der zwei- oder mehrjährige Zweig verlängert sich aber meist in einen Sommerspross, mit mehreren alternirenden Blättern; diese sind am Grunde des Sprosses langgestielt und gewöhnlich von dem Normalblatt kaum verschieden, gegen die Spitze desselben werden sie mehr und mehr klein und kurz gestielt; am meisten jedoch fällt es auf, dass sie tief eingeschnitten (Fig. 3—5) und an jungen Exemplaren denen eines liasischen *Ginkgo*-Baumes, *G. digitata* Heer, vom Cap Boheman in Spitzbergen (78½° n. Br.) so ähnlich sind, dass wir sie beinahe als mit denselben identisch erklären könnten. Man vergl. Heer, Fl. foss. arctica, Beitr. z. foss. Fl. Spitzbergens, Bd. IV, Taf. 10, Fig. 1—6. Zu diesen Blattformen gesellt sich das Blatt Taf. 8, Fig. 1 *a*, das dem Normalblatt des lebenden *Ginkgo*-Baumes gleicht, sowie die ungetheilte Form Taf. 10, Fig. 7—9 (*G. integriuscula* Heer). Da sich daneben auch drei Reste von der Rinde der Kurztriebe mit den dichtstehenden Blattnarben (l. c. Taf. 10, Fig. 3 *b*) gefunden haben, so unterliegt es keinem Zweifel, dass dieser hochnordische Baum schon zur Zeit der Ablagerung der Schichten des braunen Jura Kurztriebe erzeugte, an denen die Blätter in consecutiven Quirlen um die Knospe standen, wie beim gegenwärtigen *Ginkgo*; wahrscheinlich trugen diese sich nur sehr langsam verlängernden Seitensprosse das ungetheilte oder nur wenig eingeschnittene Fächerblatt, während die mehr zerschlitzten Blätter an den Sommerschösslingen gestanden haben mögen. Die hin und wieder aufgefundenen Früchte fossiler *Ginkgo*-Arten der Juraformation lassen im Vergleich mit dem lebenden Baume auf keine wesentliche Verschiedenheit schliessen; immerhin kann man sagen, dass dem Baume vom Cap Boheman nur als Varietät der gegenwärtige beigeordnet, resp. untergeordnet werden kann; mit Rücksicht auf das tiefer eingeschnittene, mehr zertheilte Blatt, welches eben so häufig gewesen zu sein scheint, als das ungetheilte, wäre jener als *S. adiantifolia* f. *digitata*, dieser als *S. adiantifolia* var. *integriuscula* sive *recens* zu bezeichnen.

In den späteren Perioden erscheint der Baum südlicher und war im Tertiär durch's ganze Europa verbreitet, aber dem gegenwärtigen bereits so ähnlich, dass selbst die Aufstellung einer Varietät überflüssig erscheint: man kann ohne Bedenken *Salisburia adiantoides* Ung. = *S. adiantifolia* Rich. setzen. *S. adiantoides recens* hat sich demnach wahrscheinlich aus der erwähnten *Salisburia* des hohen Nordens ausgebildet, und zwar durch das Überhandnehmen des ungetheilten fächerförmigen Blattes der Kurzsprosse und Zurückdrängung des zertheilten Blattes der Sommerschösslinge, die sich nun in viel geringerer Zahl entwickeln, wahrscheinlich in Folge veränderter klimatischer Verhältnisse. In der arktischen Zone, zwischen 70° und 80° n. Br., stand der Baum in der Urzeit unter dem Einflusse einer jährlich monatelang andauernden (durch keine Nacht unterbrochenen) Insolation, welche demselben, abgesehen von den damaligen günstigen thermischen Verhältnissen der Erdoberfläche, eine enorme Menge von Licht und Wärme zuführte, was einen ausgiebigeren und anhaltenderen Sommertrieb in hinreichendem Masse erklären dürfte. — Um dieselbe Zeit lebten in Sibirien, am Amur und anderwärts *Ginkgo*-Bäume mit, wie es scheint, durchgehends tief eingeschnittenen, handförmig zertheilten Blättern; unter 40 Stück Blattabdrücken (grösstentheils von Ust-Balei im Gouv. Irkutzk) kommt nicht eine einzige Blattform vor, die mit dem normalen Fächerblatt des lebenden *Ginkgo* übereinstimmen würde. Heer (Beitr. zur Jura-Flora Ostsibiriens und des Amurlandes l. c. Bd. IV) unterscheidet nicht weniger als acht Formelemente, unter denen besonders die kleinblättrigen mit sehr verkürztem Stiel auffallen, da sie die Vermuthung rechtfertigen, dass sie an der Spitze der Sommerschösslinge gestanden sind. Ob da wirklich acht selbständige Arten angenommen werden müssen, lässt sich, so lange nicht ganze beblätterte Zweige zu unserer Kenntniss gelangen, kaum feststellen; doch geht aus der Häufig-

keit, erheblichen Formverschiedenheit und weiten Verbreitung solcher Bäume in der Lias- und Oolith-Periode unzweifelhaft hervor, dass der Ursprung der Gattung noch viel weiter zurückreicht.

In der That zeigt sich dieselbe schon im Perm, denn *Ginkgophyllum Grasseti* Sap. (Le Monde des Plantes, p. 186), sichtbar in einem sehr wohl erhaltenen beblätterten Zweige, scheint eine echte *Salisburia* zu sein; man würde dies leicht erkennen, auch wenn die Ähnlichkeit dieses Zweiges mit den aus der Erde kommenden Adventivsprossen des lebenden Baumes weniger auffallend wäre.

Alle bisher am Sommertrieb beobachteten Blattformen von *Salisburia* sind regressiv, sie mahnen nicht nur an „*G. digitata*", sondern auch an mehrere andere Formen aus der Jura- und Kreideperiode, insbesondere an *G. Huttoni* Sternb. sp. (Taf. VII, Fig. 6—8), *G. Jaccardi* und *G. multinervis* Hr., die uns freilich nur in einzelnen Formelementen des Blattes bekannt sind.

Im Nachtrieb, der sich bei heterotypischen Baum- und Straucharten im Laufe der Sommermonate entwickelt, können im Allgemeinen atavistische, progressive oder combinirte Gestaltungen zum Vorschein kommen. Für dieselbe Species gilt aber in der Regel nur das eine oder das andere; doch hängt dies nicht von der Gattungs- und Artverwandtschaft der Pflanzen ab, da z. B. bei *Populus alba* an den Sommerschossen eine Blattform auftritt, welche im fossilen Zustande unbekannt ist, während *P. tremula* herzförmige Blätter erzeugt, welche gleichmässig gezähnt sind, mit Drüsen an den etwas einwärts gebogenen Zahnspitzen; unter den zahlreichen fossilen Blattformen der Pappel stimmt mit ihnen sehr gut, jedenfalls am meisten *P. palaeomelas* Sap. aus dem Oligocän von Armissan überein; ohne Zweifel sind sie viel besser mit denen gewisser Balsampappeln als mit denen der Espe und Silberpappel zu vergleichen. Die ganz jungen Pflänzchen von *P. alba* und *P. tremula* sehen so aus wie die beblätterten Sommerschösslinge der Baumkrone, sind aber bei letzterer stets behaart.

Die Buche, *Fagus silvatica,* bietet so gut wie die Eiche im ersten und zweiten Trieb die sehr beachtenswerthe Erscheinung der Recurrenz oder Verbindung von atavistischen Formelementen mit progressiven (fortschrittlichen), wie bei verschiedenen Gelegenheiten bereits dargethan wurde. Bei ersterer Gattung unterscheidet man ausser dem eigentlichen Normalblatt des Frühjahrstriebes zweierlei Modificationen: 1. das endständige Blatt, welches länger gestielt und am Grunde schmäler ist als alle anderen Blätter des Sprosses Taf. III, Fig. 3, Bd. LIV; 2. das Niederblatt Taf. IV, Fig. 8 l. c., nämlich das unterste Blatt des Zweigchens: dieses ist klein, oft verkümmert, am Grunde mehr oder weniger herzförmig ausgebuchtet, vorn stets nur kurz gespitzt oder stumpf, mit 5—6 Secundärnerven, von denen die unteren basal entspringen, häufig unter Winkeln von 5—10° und fächerförmig divergirend auseinander gehen.

Diese Bemerkungen wollten wir hier theils zusammenfassend, theils ergänzend noch beifügen, mehr um darauf hinzuweisen, wie mannigfaltig, um nicht zu sagen heterogen, die in das Gebiet der Phylogenie einschlagenden Beobachtungsfälle sind (da oft kaum Spuren einer genetischen Verbindung unter denselben bemerkbar sind), als um dieses scheinbar der Sichtung ganz und gar widerstrebende Untersuchungsmateriale in ein wirkliches System zu bringen. Es wird noch vieljähriger eifriger Studien bedürfen, bis sich dieses nach klaren Gesetzen ordnet und dem Forscher ermöglicht, von hier aus weitere, auf Induction beruhende Schlüsse über die Genesis der übrigen Baumarten zu ziehen.

VII. Das vegetative und reproductive Organsystem. Typen des Pflanzenreiches.

Wegen der wechselseitigen Unabhängigkeit, welche die Formelemente verschiedener Organsysteme neben einander behaupten, kann phylogenetisch jedesmal nur eine bestimmte Ausbildungsform eines Organs oder Gliedes der Pflanze als Ausgangspunkt zu weiteren Vergleichungen dienen. Doch ist es hier nicht Sache, das Formelement nur insoweit als es den Habitus der Pflanze bestimmt, zum Gegenstand der Untersuchung zu machen, wie in der Formationslehre, welche sich hauptsächlich mit der Physiognomik und der geselligen Massenvegetation der Pflanzen befasst.

Auch von der Systematik unterscheidet sich die Phylogenie wesentlich, und zwar schon darin, dass hier nicht das sexuale Reproductionssystem (Einrichtung der Blüthenhüllen, des Androeceums, des Gynaeceums, in diesem speciell die Beschaffenheit der Samenknospe) und die Fruchtbildung überhaupt unter allen Umständen den übrigen Organsystemen vorangestellt wird, weil nicht die Voraussetzung gemacht werden darf, dass solche morphologische Momente allein für die Entwicklung der Arten und Gattungen massgebend sind. Bekanntlich legt man allgemein der systematischen Eintheilung der Pflanzen von der Gattung an nach aufwärts das Reproductionssystem, welches die Fruchtbildung zum Zwecke hat, zu Grunde. Das ist ganz recht, so lange man in der systematischen Anordnung der Arten, Gattungen, Familien u. s. w. nichts weiter sieht, als die natürlichste Aneinanderreihung der genannten Gruppen, so weit eben die grössere oder geringere Ähnlichkeit in Blüthe und Frucht in Betracht kommt.

Ist man aber in dieser systematisirenden Operation folgerichtig — und das ist ja, wie ein Blick auf irgend ein beliebiges Handbuch der Botanik lehrt, der Fall — so muss sie in gleicher Weise auch auf die Sporenpflanzen angewendet werden; und da begegnet man zum ersten Male einer bedenklichen Inconsequenz in der Werthschätzung und systematischen Verwendung der morphologischen Merkmale der vegetativen und reproductiven Organe der Pflanze. Augenfällig zeigt sich das besonders bei den Farnen. Mehrere Capitel werden der Morphologie der Zellgewebe gewidmet, der Bau der Fibrovasalstränge, deren Verlauf, Verschlingung und Verzweigung besonders ausführlich erörtert; selbstverständlich wird nicht unterlassen, darauf hin zuweisen, wie sehr gerade das für die Farne (je nach Art und Gattung) so charakteristische Geäder in den Segmenten der Blätter — eine bis ins feinste Detail übergehende Verzweigung der Gefässbündel — einerseits die Umrisse und die Structur des Blattes, anderseits die Anordnung der Sporangienhäufchen (Sori) bedingt. Und dennoch wird in der Systematik zur Bildung der Gattungen in erster Reihe nur die Beschaffenheit der Sporangien, dann die Form, Umhüllung und nebenbei die Vertheilung der Sori auf der Blattfläche berücksichtigt. Darauf beruhen bekanntlich die Gattungen *Aspidium, Nephrodium, Asplenium, Polypodium, Pteris, Cystopteris* etc. Diese scheidenden Merkmale sind so subtil, dass sehr oft nur mittelst der Loupe wahrgenommen werden kann, welcher Gattung zwei im Wuchse, im Stamm, Blatt u. s. w. einander zum Verwechseln ähnliche Farne angehören.

Würde es keine anderen Gründe geben, so müsste schon das Bedürfniss einer sicheren Bestimmung der zahlreichen und mannigfaltigen fossilen Farne dem Forscher den Gedanken nahelegen, von der üblichen Eintheilung nach obigen Principien abzugehen und ein auf die Nervation der Blätter gegründetes Gattungssystem aufzustellen, wodurch für die Bestimmung der vorweltlichen Farne eine haltbare Basis geschaffen wäre, da die Nervation im fossilen Zustande meist sehr deutlich, die Form und sonstige Beschaffenheit der Sori dagegen in der Regel unkenntlich ist. Diesem Motive entsprang das Unternehmen vor Jahren, als mit Hilfe einer völlig naturgetreuen Darstellung der Nervation die Typen *Cyclopteris, Pecopteris, Neuropteris, Hyphopteris* etc. durch Einbeziehung der lebenden Arten im weiteren Umfange begründet wurden.[1]

Die Sporangien entspringen aus der Epidermis, sie sind morphologisch betrachtet Trichomgebilde und stehen als solche in keiner engeren Verbindung mit dem grünen Parenchym und ebenso wenig mit dem Skelete (dem Gefässbündelsystem) der Pflanze. Schon hierdurch ist ihre flüchtige Existenz nicht minder als durch ihre winzigen Dimensionen angedeutet. Zwar ist ihre Bestimmung, die zur Vermehrung dienenden Sporen zu erzeugen, ein ausserordentlich wichtiger Factor des organischen Lebens der Pflanze, fast so wie bei den blüthenbildenden Samenpflanzen die Function des Ovariums; allein nicht so sehr dem Organ an und für sich kommt diese Wichtigkeit zu, als vielmehr der Fähigkeit des Organismus, den Zweck der Vermehrung hiedurch und, wo es nöthig ist, auch anders zu erreichen. Denn manche Farne bringen an den Blättern als Ableger Brutknospen hervor, aus denen in einzelnen Fällen schon auf der Mutterpflanze, in anderen auf feuchter Erde junge Pflänzchen hervorsprossen, in gleicher Weise, wie aus dem Keim, der sich aus der befruchteten Archegonium-Zelle entwickelt hat.

---

[1] v. Ettingshausen, Die Farnkräuter der Jetztwelt. Wien 1865.

In ähnlichem Verhältniss wie die Brutknospen der Farne zu den Sporangien und Sporen stehen die Brutzwiebelchen und Knöllchen gewisser Blüthenpflanzen (mehrerer *Allium*-Arten, von *Lilium bulbiferum*, *Dentaria bulbifera* und anderen Pflanzen) zu den Blüthen, die an demselben Stocke zur Entwicklung gelangen. Man kann nicht sagen, dass solche Bulbillen verkümmerte Blüthen seien, gewiss aber, dass sie die letzteren ersetzen. Wohl sehen wir allgemein, wie gerade die bulbillenreichsten Stöcke der *Dentaria*, des *Allium* etc. die wenigsten Blüthen hervorbringen, und dennoch besteht kein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang zwischen den letzteren und den in den Blattachseln oder an der Spitze des Blüthenschaftes sitzenden Brutzwiebeln; denn keine Spur von morphologischen Übergangsbildungen ist zwischen diesen schon äusserlich sehr verschiedenen Organen nachweisbar. Gleichsam ohne sich zu besinnen gibt die Natur in gewissen Fällen einen Modus der Vermehrung auf, den sie sofort durch einen anderen in Bereitschaft stehenden ersetzt.

Äusserlich ist die kleine Brutknospe des Farnes einem Samen ähnlich, sie lässt sich aber, wiewohl sie wie die Sporangien exogenen Ursprungs ist (man kann sie nicht als eine Fortbildung eines der inneren Gewebskörper der Pflanze betrachten) nach ihrer überaus einfachen Einrichtung am besten mit einem primordialen ungegliederten Sprosse vergleichen, dem sie vorzugsweise darin entspricht, dass vor dem Auskeimen jede Andeutung von eigens differenzirten Reservestoffbehältern (Cotyledonen, Endosperm, Würzelchen) fehlt.[1] Die Bulbillen der *Dentaria* sind dagegen wahrscheinlich metamorphosirte Achselknospen. Beim Keimen geht die Neubildung von einer einzigen theilungsfähigen (functionell mit der Scheitelzelle gewöhnlicher Sprosse vergleichbaren) Zelle aus. Dem Samen gleicht die Bulbille nur insofern, als das Parenchym, welches den Vegetationspunkt einschliesst, die Function eines Nährgewebes oder Reservestoffbehälters übernimmt.

Zwischen den Samen der Spermatophyten und dem Vermehrungsapparat bei den Archegoniaten besteht aber ein morphologischer, durch mehrerlei Homologien wohlbegründeter Zusammenhang. Man hat nämlich mit Recht, insbesondere mit Hinblick auf die in mancherlei Beziehung einander nahe stehenden Classen der Lycopodiaceen und Coniferen, in dem Knospenkern oder Nucleus der letzteren das modificirte Makrosporangium, in dem Embryosack die Makrospore, in dem Nährgewebe oder Endosperm das verkümmerte Prothallium, in den „Körperchen" oder Corpusculis desselben unbefruchtete Archegonien, in den Pollensäckchen die Mikrosporangien, in den Pollenkörnchen die Mikrosporen der Lycopodiaceen, resp. Selaginellen, erkannt. Was ein Same in seinem oft winzig kleinen Raume birgt (diesen Eindruck empfängt man zunächst), ist die nach Zeit und Raum verkürzte und vereinfachte Jugendgeschichte der Pflanze, die sich bei den Archegoniaten sehr in die Breite zieht und durch mehrere Unterbrechungen, sowie zeitlich scharf geschiedene Phasen in eine Reihe von heterogenen Vorgängen zerfällt. Man denkt sich das, was bei einem werdenden jungen Farn, einem Bärlapp, einem Schafthalm vor unseren Augen geschieht, in die Urzeit verlegt und substituirt dem wirklich beobachteten Gewächs unserer Wälder ein ähnliches, aus dem nach und nach ein Spermatophyt hervorgegangen sein mag. Erst treten die Sporangien an den völlig entwickelten Mutterpflanzen auf, in denselben entstehen die Sporen, diese verlassen die Mutterpflanze, fallen auf den Boden, keimen, es entwickelt sich das Prothallium, in oder auf diesem entstehen Archegonien und Antheridien, die Keimzelle eines oder mehrerer der ersteren wird durch die Spermatozoiden der letzteren befruchtet, die Keimzelle theilt sich, ihre Tochterzellen gleichfalls, jede folgende Zellgeneration vermehrt durch weitere Theilung und Vergrösserung der jüngsten Tochterzellen den so entstehenden Körper, den Keim, der sich immer deutlicher zum beblätterten jungen Pflänzchen gestaltet, das nun bald des als Reserve dienenden Prothalliums entbehrt, da es sich bewurzelt hat, assimilirt und von da an selbst erhält. In diesen umständlichen, durch mehrere Jahreszeiten sich schleppenden Entwicklungsgang bringt die Natur eine auffällige Beschleunigung, sie kürzt, reducirt, vereinfacht, drängt in einen kleineren Raum und in eine kürzere Zeitspanne zusammen, was sich früher in zweckloser Breite nur durch Anwendung vieler Hilfsmittel erreichen liess.

[1] Ausführlicheres über die Adventivknospen der Farne findet man in Heinricher's Abhandlungen in den Sitzungsber. Juli-Heft 1878 und Juni-Heft 1881.

Zunächst widerspricht es unserer Anschauung, die durch die Beobachtung unzähliger Entwicklungsvorgänge gehärtet ist, wenn wir uns vorstellen, dass obige Schlussphase sich ohne Vermittlung unzähliger auf einander folgender Generationen von Pflanzenindividuen vollzogen haben könne. Wir denken jedenfalls an Übergangsformen, als Träger einer stufenweisen Vereinfachung des ursprünglich archegoniatischen Typus unserer heutigen Coniferen, Cycadeen und anderer Gewächse. Jedoch sind bisher keine von den erwarteten oder vorausgesetzten Übergangsgliedern unter den ältesten im fossilen Zustande bekannten Pflanzen entdeckt worden. Allerdings ist die Zahl der letzteren aus der Carbonperiode seit Brongniart's, v. Sternberg's und Goeppert's Bearbeitung der Flora der Steinkohlenzeit durch neuere Entdeckungen eine sehr beträchtliche geworden, aber auch spätere Vergleichungen derselben einerseits mit anderen fossilen Pflanzen, anderseits mit den lebenden Arten und Gattungen vermochten die Hoffnung nicht zu rechtfertigen, dass man je zur Kenntniss von Pflanzen gelangen werde, die man weder zu den Sporophyten, noch zu den Spermatophyten zählen könne, weil sie das Übergangsstadium zwischen den ersteren und den letzteren darstellen. Was unter den vollkommeneren Carbonpflanzen nicht als ein Farn, oder als ein dem Schafthalm, dem Lycopodium oder sonst einem sporangientragenden Gewächse vergleichbares pflanzliches Wesen erkannt worden ist, hat sich als eine Gymnosperme erwiesen. Und dazwischen kennt man nichts, und ist auch in der lebenden Pflanzenwelt nichts dergleichen bekannt. Dies geht auch aus Renault's neuesten Untersuchungen hervor.

Haben wir uns mit dieser nicht zu leugnenden Thatsache einmal abgefunden, so überrascht es uns weniger, wenn wir finden, dass viele Pflanzengattungen ausserordentlich alt sind, und dass im Laufe der Zeiten Arten erschienen sind, welche im Ganzen vom Urtypus der Gattung, der schon in der Kreideperiode, im Jura oder vielleicht schon früher beginnt, nur wenig abweichen. Man muss sich vielmehr darüber wundern, wie es möglich wurde, dass dieser Urtypus durch so unermesslich lange Zeiträume, trotz der vielfach veränderten klimatischen und sonstigen Verhältnisse bis auf unsere Tage im Wesentlichen sich gleich geblieben ist, als über das Erscheinen neuer, im Ganzen nur wenig differenter Formen, die fast in allen Gattungen seit dem Beginn der Tertiärperiode aufgetreten sind. Der *Ginkgo*-Baum, nicht minder die Araucarien reichen als Gattungen weit in die Jurazeit zurück, *Sequoia* unter den Coniferen, *Aralia, Hedera, Quercus, Fagus, Ficus, Populus, Cinnamomum, Magnolia* u. a. unter den Laubhölzern erschienen lange vor dem Eocän. Das zierliche Laub der Farne zeigte schon zur Steinkohlenzeit die nach Gattung und Art wechselnden Umrisse, die Zertheilung, das Geäder, die Structur und Consistenz der Blattmasse wie jetzt, wodurch es eben möglich wird, diese Urformen grossentheils in die jetzt lebenden Typen einzureihen, selbstverständlich wenn der Eintheilung die Nervation, d. i. die Verzweigung des Gefässbündelsystems, zu Grunde gelegt wird.

Allem Anscheine nach hat sich also der Übergang von den Archegoniaten zu den Gymnospermen verhältnissmässig rasch vollzogen, vielleicht durch eine zum Theil von aussen angeregte Art Metamorphose, die man auch gewissermassen eine Umprägung nennen könnte, da sich in manchen Fällen der ursprüngliche Habitus der Urpflanze erhalten zu haben scheint, während die Art der Fortpflanzung, das sexuale Reproductionssystem, sich beinahe total geändert hat. Der erlöschenden Entwicklung aus der frei werdenden, die Mutterpflanze verlassenden Spore folgte unverweilt ein Ersatz durch eine ganz eigenartige Fruchtbildung, und möglicherweise bestanden vorübergehend beiderlei Fortpflanzungseinrichtungen auf ein und demselben Stocke (Stamme). Genetisch sind beide durch eine förmliche Kluft von einander geschieden: es musste einmal jener Punkt überschritten oder vielmehr übersprungen werden, wo die Bildung des Embryo nicht mehr auf fremdem Boden, sondern auf der Mutterpflanze selbst erfolgen sollte, indem nun die Makrospore alle Selbständigkeit verlor, durch innige Verwachsung mit verschiedenerlei Gewebskörpern (Integumenten), zu denen sich unter den Archegoniaten kaum passende Analogien finden. Dann aber trifft dieser Sprung mit dem Aufhören der Befruchtung durch Spermatozoiden zusammen, die Ausbildung von Antheridien musste unterbleiben, und den Befruchtungsstoff gab nun die Mikrospore in einem plasmaartigen Körper, welcher nicht sofort das Archegonium zu erreichen vermag, sondern zu einem Schlauche auskeimend durch die Öffnung der Samenhüllen (Mikropyle) dringen und auf die Keimzelle in einem der Archegonien des Endosperms einwirken

muss. Eine stufenweise Vermittlung dieser beiden Zustände ist an sich schon kaum denkbar; diese sind principiell verschieden.

Unter dieser Perspective verliert manche morphologische Erscheinung ihren sonst durchaus räthselhaften Charakter. Wir glauben folgende besonders hervorheben zu müssen. Betrachtet man die Blattpolster bei *Araucaria imbricata* Pav. und *A. Bidwillii* Hook. an den jüngeren Trieben, so zeigt sich eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den wohlbekannten „Blattnarben" der gewöhnlichen *Lepidodendron*-Arten; am Stamme selbst, und zwar an den gipfelständigen jüngeren Partien desselben haben diese mehr die Form eines sechsseitigen Polygons und erinnern hierdurch an manche Sigillarien. *Phyllocladus trichomanoides* Don. wiederholt gleichsam die Blattbildung eines *Asplenium adiantum nigrum* L. und erinnert auch an *Trichomanes*, wiewohl der Baum eine echte Conifere aus der Gruppe der taxusartigen ist, sowie *Salisburia*, deren Blatt theils dem *Cyclopteris*-, theils dem *Sphenophyllum*-Typus mehrerer Farngattungen entspricht. In der *Baiera Münsteriana* Heer aus dem Lias erblicken wir den dichotomischen Typus, und soweit es sich um das Blatt handelt, das getreue Abbild der *Schizaea dichotoma* Swartz, eines tropischen Farns; *Schizaea elegans* scheint manchen älteren *Salisburia*-Arten (vom Lias bis zum Tertiär) als Muster gedient zu haben. Bei diesen *Ginkgo*-Bäumen ist das Blatt tiefer eingeschnitten und zeigt eine ausgesprochene Neigung zur Dichotomie im unmittelbaren Anschluss (wie es scheint) an *Baiera*, eine der ältesten taxusartigen Coniferengattungen. In den Casuarinen kommt nochmals die schafthalmartige Gliederung der Sprosse mit den wirtelständigen, zu einem gezähnten Becher verwachsenen Schmalblättern und der charakteristischen Längsstreifung, überhaupt der *Equisetum*-Habitus, in Erscheinung, desgleichen bei *Frenela australis* Endl. und einigermassen auch bei *Callitris quadrivalvis* Vent., nur dass bei dieser anstatt der Quirlstellung die Gabelung, anstatt der walzlichen Form der Sprosse die Verflachung und Fächerung derselben beobachtet wird. Sehr schön ist letzterer Typus bei *Thuia occidentalis* und anderen Arten dieser Gattung ausgebildet und findet sich in Verbindung mit echter Dichotomie bei *Lycopodium Chamaecyparissus* A. Br. wieder. *Zamia muricata* Willd. und mehrere andere Cycadeen ahmen in ihrem Fruchtstand gewissermassen die Fruchtähre des *Equisetum* nach, indem die schildförmigen, in dichtem Anschluss sechsseitig abgegrenzten, vorn tafelförmigen Samenträger rings um die Achse mit den (zwei) Samenknospen besetzt sind, ähnlich wie wir es bei *Equisetum* sehen, wo allerdings die (zahlreicheren) Sporensäcke an Stelle wirklicher Samen stehen. Auch der männliche Blüthenstand bringt uns die Fruchtähre des Schafthalmes in Erinnerung; dagegen sind die Pollensäcke in manchen Fällen bei Cycadeen zu 2—5zähligen Häufchen (Sori) vereinigt, was mehr an Farne gemahnt, und zwar umsomehr, da dieselben eine grössere Ähnlichkeit mit den Sporangien gewisser Farne (Marattiaceen, Ophioglosseen) als mit den Pollenbehältern der Blüthenpflanzen zeigen.

Es ist nicht durchwegs der Equisetaceen-Typus im Bau des Fruchtstandes bei den Cycadeen realisirt, als Gegensatz zu diesem führen wir die Gattung *Cycas* an, bei welcher der Samenträger (Carpell) ein verkleinertes modificirtes Laubblatt ist, an dem die Samenknospen die Stelle der unteren kürzeren Lacinien einnehmen.

Wir nennen die gesetzmässige Art und Weise, wie ein Organ, ein Glied oder ein Complex von gleichnamigen Organen eingerichtet ist, einen Typus, wenn die gleiche Einrichtung bei Arten und Gattungen wiederkehrt, die systematisch weit von einander getrennt sind, und vergleichen denselben mit dem Styl oder Bauplan menschlicher Werke. Das Formelement im engeren Sinne ist dagegen ein Bestandtheil des Artcharakters, und kann sich dasselbe nur ausnahmsweise bei verschiedenen Arten derselben Gattung wiederfinden. Bei *Quercus* z. B. ist letzteres häufiger als wo anders der Fall; wo dies eintrifft, kann es nur in dem Sinne gedeutet werden, dass jener Complex von Pflanzenindividuen, den man präsumtiv als Art aufzufassen pflegt, noch keineswegs als stabile Art constituirt ist.

Schon in dem hier dargelegten Begriff eines „Typus" ist angedeutet, dass man in der Gleichartigkeit oder Übereinstimmung zweier hieher gehöriger Fälle nicht die wirkliche Identität der mit einander verglichenen Organe zu suchen habe. Sagen wir beispielsweise: der Fruchtstand von *Zamia* ist nach dem Typus von *Equisetum* gebaut, so wollen wir damit in bildlicher Sprache darauf hinweisen, dass der Natur in der

Anlage des ersteren gleichsam die Fruchtähre des Schafthalmes als Muster vorgeschwebt habe, es wurde die Fruchtbildung einer Gymnosperme dem Bauplane der Fruchtähre des letzteren angepasst; im Übrigen können (und müssen) die Verschiedenheiten bedeutend sein. Man vergl. den Abschnitt: Das Formelement. Bd. LV.

Diejenigen Typen, welche den ältesten Pflanzen zukommen, sind für die Gestaltung der späteren oder jüngeren gewissermassen die Vorbilder, beispielsweise der charakteristische Blattpolster (Blattbasis) der *Sigillaria-* und *Lepidodendron*-Arten, der *Cyclopteris*-Typus des Blattes der ältesten Farne. Auch die *Sphenopteris-, Pecopteris-, Neuropteris-, Craspedopteris-* u. s. w. Form ist in die gegenwärtige Pflanzenwelt übergegangen und findet sich zumeist bei den Filicinen reichlich vertreten.

Die angeführten Typen verbinden in einem gewissen Sinne die Archegoniaten aller Zeiten mit den Gymnospermen. Bedeutungsvoll sind vor Allem die embryologischen Verhältnisse, die bei den letzteren, wenn auch nur im idealen Sinne, eine Mittelstufe zwischen den ersteren und den Dicotylen erkennen lassen. In der Einrichtung der Samenknospe erblicken wir Reminiscenzen, die wohl auf die primitive Fruchtbildung und Vermehrung der Archegoniaten („Gefässkryptogamen") zurückgeführt werden können, doch unter erkennbarer Vermittlung der Descendenz nur insofern, als diese in der Fortpflanzung der Individuen besteht, da sehr oft nach plötzlicher Auflassung der angeerbten Charaktere neue Merkmale erscheinen. Die Typen sind daher anderseits wieder, sowie die Formelemente (im engeren Sinne), mit den Gestaltungen im Mineralreich vergleichbar; man kann sie weder durch die stoffliche Beschaffenheit des Zellinhaltes, noch durch die histologischen Eigenthümlichkeiten der den Pflanzenkörper zusammensetzenden Gewebe erklären; sie erhalten sich an den Organismen hartnäckig, den mächtigsten Veränderungen der Lebensverhältnisse zum Trotz, und zeigen sich an viel späteren Pflanzen, wenn diese im Übrigen auch ganz anders aussehen, als die ursprünglichen. Wie wären sonst die oben erwähnten und die folgenden Erscheinungen anders zu deuten?

Beachtenswerth ist vor allen die *Neuropteris*-Form in den Umrissen und in der Nervation bei mehreren *Trifolium*-Arten, besonders bei *T. rubens* L., *T. medium* L. und *T. alpestre* L. Dieser Typus ist durch länglich-elliptische Umrisse des Theilblattes, vor Allem durch bogenförmig gegen den Rand divergirende, gabelig getheilte und bis an den Rand scharf auslaufende Secundärnerven, die unter sehr spitzen Winkeln von einem mehr oder weniger deutlichen Mittelnerv abgehen, sowie auch durch das Fehlen des Maschengeäders ausgezeichnet; man findet ihn an zehn Farngattungen (unter diesen sind mehrere Polypodiaceen, Lygodium, Osmunda) ausgebildet. Ein vierzähliges Blatt von *Sagenopteris rhoifolia* Presl (Rhizocarpee) ist aus den infraliasischen Schichten bekannt; es gleicht, obschon Farn, theils einem ausnahmsweise vierzähligen Kleeblatt (etwa von *T. ochroleucum*), theils ähnlichen Blättern gewisser ausländischer *Rhus*-Arten. In der Carbonperiode ist die *Neuropteris*-Form (an Farnen) ungemein häufig. Ein nahezu ganz echtes Farngeäder zeigt sich auch bei *Falcaria Rivini* L., einer europäischen Umbellifere; dasselbe gleicht jenem von *Acrostichum axillare* Kaulf. fast vollständig. Charakteristisch ist der Mangel von Secundärnerven, dann aber fallen nicht minder die grossen länglichen polygonalen Maschen auf, welche von einem dünneren Längsnerv durchzogen sind, der beiderseits die scharfen Endungen des Geäders in Form eines Doppelankers trägt. Viel Ähnlichkeit damit hat auch die Nervation von *Laserpitium Siler* L., obschon hier Andeutungen von Secundärnerven bemerkbar sind. Die Nervation von *Ranunculus Thora* L. lässt sich am besten mit jener von *Aneimia Phyllitidis* Swartz (Farn) vergleichen; es ist der Typus *Dictyopteris simplex exappendiculata*, auffallend durch den Mangel der Secundärnerven und grosse schmale Maschen ohne weiteres Geäder.

In dem *Craspedopteris*-Typus nähert sich die Nervation der Farne schon bedeutend den Dicotylen. Im Wesentlichen ist diese Blattform durch einen deutlichen Mittelnerv und gleichmässige, unter stumpfen Winkeln abgehende, meist bogenförmig bis an den Rand verlaufende und in die Zähne eintretende Secundärnerven gekennzeichnet; das feinere Geäder ist verschieden, sehr häufig undeutlich oder es fehlt ganz. Charakteristisch ist im Übrigen die Randzahnung, meist ist sie so wie bei vielen Dicotylen; auch erscheint das Blatt, resp. Theilblatt, häufig gebuchtet und gelappt, fiederlappig oder selbst gefiedert. Bei *Marattia* kommen mehrere Modificationen dieses Typus vor, da sich auch die Mannigfaltigkeit der Theilung in den Umrissen des

Blattes geltend macht. *M. sambucina* Bl. bringt uns den *Sambucus*, *M. Kaulfussi* J. Smith die *Boronia alata* Smith (australische Rutacee) oder auch die *Weinmannia*, eine südafrikanische Saxifragaceen-Gattung, in Erinnerung. Ein Geäder aber, wie bei *Polypodium conjugatum* Kaulf. ist auch bei genauester Untersuchung von dem Geäder der Dicotylen, speciell etwa von jenem eines *Zizyphus*, nicht zu unterscheiden. Es ist wahrhaft überraschend, das an dem Naturselbstdruck (l. c.[1] Taf. 29, Fig. 1) im feinsten Detail zu sehen; man könnte, wenn nicht die bei Farnen hin und wieder vorkommende hirschgeweihartige Theilung des Blattes an der Spitze sichtbar wäre, das Object unmöglich als Farn erkennen.

Um so seltsamer erscheint diese Blattbildung, wenn man beachtet, dass bei unseren einheimischen *Polypodium*-Arten jedes noch so kleine Blattstückchen durch seine Nervation untrüglich den Farncharakter verräth, und dass trotz des so abweichenden Geäders bei *P. conjugatum* die Sporangien und Sori nicht anders beschaffen sind als bei gewöhnlichen Polypodien. Wie wenig zwischen der Blatt- und Fruchtbildung eine Correlation oder Wechselbeziehung besteht, wird durch kein anderes Beispiel in so greller Weise dargethan, wie an *P. conjugatum*.[2]

Würde man derartige Vergleichungen unter Benützung eines umfangreicheren Materials anstellen, so müsste sich ohne Zweifel eine grössere Zahl beachtenswerther Fälle ergeben, wenn auch allerdings dem Forscher nicht immer sofort einleuchten dürfte, wie die gewonnenen Vergleichsresultate zu phylogenetischen Schlüssen zu verwerthen seien. Gewiss ist aber, dass eine derartige statistische Umschau jedem weiteren Schritte in dieser Richtung vorausgehen muss. Was bis jetzt geschehen ist, diente vorzugsweise nur einer wissenschaftlichen Physiognomik, wozu A. v. Humboldt durch seine meisterhafte Schilderung der Pflanzenformen, im Sinne von „Formationen" die Anregung gegeben hat.

Und so kommen wir, weiter ausholend, auch auf diesem in andere Gebiete des Pflanzenreiches führenden Wege zu der gleichen Erkenntniss, wie wenn wir speciell von einzelnen *Fagus*- oder *Quercus*-Arten ausgehen. Schon in den ältesten Zeiten waren die Grundtypen da, sie sind durch einen gewissen Grad organischer Entwicklung von vorneherein bedingt, im Übrigen aber von einander unabhängig. Ihre Zahl ist keineswegs eine unbeschränkte, als ob die Natur fort und fort an demselben Faden spinnend, Neues und immer Neues hervorbringen könnte. Vielmehr lässt sich die mit der Zeit zunehmende Mannigfaltigkeit der Gestalten, zum grösseren Theile wenigstens, besser durch wiederholte und mannigfach combinirte Verbindungen der ursprünglich gegebenen Motive (Grundtypen), als durch eine ins Unendliche sich fortziehende planlose Variation erklären. Letztere Anschauung wird durch den Befund der fossilen Formen geradezu ausgeschlossen. Wieder wird man — wir können es nicht häufig genug wiederholen — hiebei an das Mineralreich, überhaupt an die krystallisirbaren Körper gemahnt. Mit der chemischen Constitution ist zugleich schon die Möglichkeit von so viel und so viel Krystallformen gegeben; allein wie die Molecüle sich gruppiren sollen, welche physische Beschaffenheit der sich gestaltende Körper annehmen soll, das hängt nicht von den chemischen Kräften ab; ja die Form zeigt sich selbst von der Molecularstructur häufig unabhängig; sie ist von Fall zu Fall verschieden und scheint sehr oft von rein äusseren und fremdartigen Kräften (Contactwirkungen, Temperatur, Druck u. dgl.) bedingt zu sein. Nicht anders verhält es sich im Wesentlichen mit den Typen im Pflanzenreich, deren Ursprung in jene Zeit zurückreicht, wo der pflanzliche Organismus sich zum ersten Mal äusserlich in Stamm, Wurzel, Blatt und Frucht, innerlich in Parenchym, Prosenchym u. s. w., in Mark, Holzkörper, Bast und Rinde differenzirte und das Gefässbündelsystem überhaupt dem Wesen des Ganzen eine neue Directive gab. Seit dem Cenomanien (mittlere Kreide) haben zwar durch das Vorherrschen der Dicotylen jene Typen des Blattes, welche wir bei *Salix, Prunus, Viburnum, Magnolia* etc., bei *Carpinus, Alnus, Castanea* u. s. w., bei *Aesculus, Fraxinus* und den Papilionaceen beobachten, das Übergewicht gewonnen; allein schon in den infraliasischen Schichten kommt die Craspedodromie mit ganz ähnlichem Geäder wie bei *Rhus*

[1] In diesem Werke sind auch die übrigen hier zur Vergleichung angeführten Farn-Arten abgebildet.

[2] Empfehlenswerth ist auch eine Vergleichung des Blattes von *Trifolium rubens* mit dem von *Acrostichum trifoliatum*, das sich nur durch den gänzlichen Mangel eines tertiären Zwischengeäders von dem ersteren unterscheidet.

typhina L. vor (man betrachte z. B. ein Theilblatt der *Clathropteris platyphylla* Goepp.), und es handelt sich also oft nur um ein schrittweises Zurückdrängen des einen Typus durch den anderen, und keineswegs um Neubildungen, soweit von der Blattform die Rede ist.

Jener auch für die krystallisirbaren Körper geltende räthselhafte, jedenfalls störende Factor wird aber noch lange jeden Versuch einer weiter ausgreifenden durch concrete Descendenzen darstellbaren Genealogie der lebenden Pflanzen erschweren, wo nicht vereiteln; wir müssen uns darauf gefasst machen und unsere Aufgabe zunächst auf eine statistische Sammlung vergleichbarer Formerscheinungen beschränken, welche zur vorläufigen Orientirung auf dem unendlichen Gebiete der Plylogenie dienen sollen.

Erklärung der Tafeln.

TAFEL I.

Fig. 1—29 *Quercus Lusitanica* DC. (*Q. infectoria* Oliv. pr. p.). Heimisch im wärmeren östlichen und westlichen Mittelmeer-Gebiet (Orient, Granada). Fig. 1—7, 10, 11, 15, 22 f. *elliptica*. — Fig. 13, 15 f. *roburoides*. Fig. 14, 17, 21, 23, 27 f. *subpectinata*. — Fig. 16, 19, 29 f. *alpestris*. — Fig. 20, 24, 28 f. *mediterranea*. — Man vergleiche hiezu noch die folgende Tafel.

TAFEL II.

„ 1—9 *Quercus Lusitanica* DC. (*Q. infectoria* Oliv. pr. p.). — Fig. 1, 2 f. *Mirbeckii* (*Q. Mirbeckii* Du Rieu, *Q. Lusitanica* var. *Boissieri* Kotschy). Nach zwei Originalstücken, von denen das eine aus Syrien, das andere aus Granada in Spanien stammt. — Fig. 3, 4, 5, 6, 8 verschiedene Formen des *Infectoria*-Blattes. Cypern, Syrien, südliches Spanien. — Fig. 7, 9 f. *roburoides*. Kurdistan.

„ 10, 11 Übergangsformen aus der Gruppe der *Galliferae*, aus dem Orient.

„ 12—17 *Q. sessiliflora* Sm. var. *cochlearifolia* (*Q. Falkenbergensis* Booth). Von einem Baum, der im botanischen Garten zu Graz cultivirt wird. Fig. 12—15 *Infectoria*-Form des Blattes. — Fig. 15, 16 Annäherung an die f. *roburoides* der *Q. Lusitanica*.

„ 18—20 *Q. fruticosa* Brot. (*Q. humilis* Lam.). Portugal.

„ 21—25 *Q. pubescens* Willd. Umgebung von Graz. — Fig. 22, 23 var. *humilis* (erste Modification), von einem Strauch oberhalb Gösting. — Fig. 24, 25 var. *humilis* (zweite Modification), von einem Strauch bei Weinzödl.

TAFEL III.

Fig. 1—5, 7, 9, 10 *Q. sessiliflora*. Urblatt accessorischer Triebe, welche sich nach dem Froste vom 8. Mai 1886 an einem Baum bei Graz gebildet hatten. — Fig. 4, 5, 7 Blätter vom Wipfel des Baumes.

„ 6 *Q. sessiliflora*. Urblatt, vorn buchtig gezähnt. Von einem verkrüppelten Strauch am Kreuzkogel bei Leibnitz in Mittelsteiermark.

„ 8 *Q. sessiliflora* var. *pinnatifida*. *Pinnatifida*-Form γ. Von einem homotypen kleinen Baum bei Leibnitz.

„ 11—15 *Q. pedunculata* Ehrh. Graz. — Fig. 11—13 Urblatt (vergl. Bd. LIV, Taf. I, Fig. 1). — Fig. 14 Normalblatt. — Fig. 15 die Basis eines solchen, deutliche Öhrchenbildung zeigend.

„ 16 *Q. pubescens* Willd. Breites Urblatt der *Laharpi*-Form, wie es beim *Heterophylla*-Zustand häufig beobachtet wird; von St. Gotthard, NNW. von Graz.

„ 17 *Q. Lusitanica* DC. Urblatt. Süd-Europa.

TAFEL IV.

Fig. 1—4 *Q. sessiliflora* f. *pseudo-groenlandica*, von Stocktrieben zweier Bäume. Kreuzkogel bei Leibnitz. — Zu vergleichen mit *Q. groenlandica* Heer von der Hasen-Insel in West-Grönland (l. c. Bd. VII, Taf. 89, Fig. 1, 2).

„ 5, 6 *Q. mongolica* Fisch. Mittel-Asien.

„ 7. *Q. Prinus* L. Nordamerika.

TAFEL V.

Fig. 1—3 *Q. aliena* Bl. Nördliches Japan und China (wohl auch in Nordamerika), im botanischen Garten zu Graz cultivirt. Fig. 1, 2 Blätter vom Frühjahrstrieb. — Fig. 3 Blatt vom Sommertrieb, die tertiäre *Q. Lyelli* Heer von Kardlunguak in West-Grönland (l. c. Bd. VII, Taf. 66, Fig. 4) getreu nachahmend.

„ 4 *Q. macranthera* Fisch. Kaukasien, Normalform.

„ 5 *Q. sessiliflora* f. *pseudo-macranthera*. Blatt von einem homotypen Strauche. Am Kreuzkogel und anderwärts in Steiermark. — In Fig. 4 und 5 zeigt sich Formidentität trotz grosser Verschiedenheit und Entfernung der Standorte und obschon die zwei Blätter verschiedenen Arten angehören.

TAFEL VI.

Fig. 1 Zweig von *Q. sessiliflora* mit dem Normalblatt an der Spitze; die unteren gehören der f. *Johnstrupii* an. Kreuzkogel bei Leibnitz.

„ 2—9 *Q. sessiliflora*. Blätter von mehreren Bäumen und Sträuchern im Sausal, der *Johnstrupii*-Form entsprechend.

„ 10 *Q. sessiliflora*. Nicht ganz normaler Zweig, zeigt einen ungewöhnlichen Verlauf der Secundärnerven. Kreuzkogel.

„ 11 Zweig von *Q. alba* L. Nordamerika; im botanischen Garten in Graz cultivirt.

„ 12, 13 *Q. pedunculata*. Blätter vom Sommertrieb, der f. *pseudo-alba* entsprechend. Sausal.

„ 14 *Q. sessiliflora*. Blatt. von der f. *pseudo-alba*. Kreuzkogel.

TAFEL VII.

Fig. 1—8 *Salisburia adiantifolia* Rich. Joanneum-Garten in Graz. — Fig. 1 Blatt vom Kurztrieb, ziemlich schmal. — Fig. 2 *Folium reniforme*, von der Basis des Sommersprosses eines jungen Baumes. Kam in grösserer Zahl vor. Zu vergleichen mit Taf. 7, Fig. 1, 2 und Taf. 39, Fig. 1 von Massalongo's fossiler Flora von Sinigaglia und mit *Ginkgo reniformis* Heer, Beitr. zur foss. Flora Sibiriens und des Amurlandes, Flor. foss. arct. Bd. IV, Taf. 8, Fig. 25 (miocän). — Fig. 3—5 vom Sommertrieb desselben jungen Baumes. Gleicht auffallend der Form *Ginkgo digitata* Brongn. sp. vom Cap Bohemann. — Fig. 6—8 Von Terminalsprossen vom Sommertrieb eines alten Baumes. Entspricht fast vollkommen dem *Ginkgo Huttoni* Sternb. sp.

„ 9 und 10 *Liquidambar styraciflua* L. Cultivirt im Stadtpark von Graz. — Fig. 9 Forma *L. protensum* Ung. — Fig. 10 eine dem *L. Vicinianum* Mass. ähnliche Blattform, doch 5lappig.

Naturselbstdruck.

1—29 Quercus lusitanica D. C.

Naturselbstdruck.

1—11 Quercus lusitanica D. C. *12—17 Q. sessiliflora var. cochlearifolia. 18—20 Q. fruticosa* Brot. *21—25 Q. pubescens* Willd. *var. brevipes.*

Naturselbstdruck.

1—10 *Quercus sessiliflora* Sm. 11—15 *Q. pedunculata* Ehrh. 16 *Q. pubescens* Willd. 17 *Q. Cerris* L.

Naturselbstdruck.

1—4 *Quercus sessiliflora* Sm. F. *pseudo-castaneifolia*, 5, 6 *Q. monadica* Fisch. 7 *Q. Robur* L.

Naturselbstdruck.

1–3 Quercus aliena Bl. *4 Q. macranthera* Fisch. *5 Q. sessiliflora* Sm. F. *pseudomacrantha*

Naturselbstdruck.

1–10, 14 *Q. sessiliflora* F. Johnstrupii 11 *Q. alba* L. 12, 13 *Q. pedunculata* F. [illegible] *alba*.

Naturselbstdruck. Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

1—8 *Salisburia adiantifolia* Sm. 9, 10 *Liquidambar styraciflua* L.

GEOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN IM CENTRALEN BALKAN

AUSGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
UND DES K. K. MINISTERIUMS FÜR CULTUS UND UNTERRICHT

VON

FRANZ TOULA.

III.

PETROGRAPHISCHER THEIL [1]

VON

AUGUST ROSIWAL,

ASSISTENT DER LEHRKANZEL FÜR MINERALOGIE UND GEOLOGIE AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN

ZUR KENNTNISS DER KRYSTALLINISCHEN GESTEINE DES CENTRALEN BALKAN.

(Mit 3 Lichtdrucktafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 4. JULI 1889.

Herr Professor Dr. Franz Toula übergab mir das von ihm im Jahre 1884 im centralen Balkan gesammelte Material von krystallinischen Gesteinen zur Bearbeitung und betraute mich mit der eingehenden Untersuchung desselben. Zu diesem Zwecke standen mir nicht nur alle Sammlungen und Instrumente der Lehrkanzel zur Verfügung, sondern Herr Professor Toula unterstützte mich auch persönlich in vielen, während der Arbeit auftauchenden Fragen durch Rath und That, insbesondere aber durch die Ermöglichung der consequenten Durchführung der mikrochemischen Analyse, sowie durch die mir gestattete Benützung seiner Reisetagebücher, dass ich nur meine Pflicht erfülle, wenn ich ihm hier an erster Stelle den Dank dafür ausspreche: das Zustandekommen der vorliegenden Arbeit veranlasst und ermöglicht zu haben.

Ausserdem fand ich durch die Benützung der Bibliothek der mineralogisch-petrographischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums und die zeitweilige Überlassung der von J. Niedzwiedzki untersuchten Dünnschliffe der westbalkanischen Eruptivgesteine eine wesentliche Beihilfe, wofür ich dem Herrn Custos Dr. Březina bestens danke.

Die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse sind als ein ergänzender „III. Petrographischer Theil“ der von Professor Toula im Vorjahre der kais. Akademie vorgelegten „Geologischen Untersuchungen im centralen Balkan“ (LV. Band der Denkschriften der mathem.-naturw. Classe) geplant, ähnlich so wie es der von J. Niedzwiedzki bearbeitete petrographische VIII. Theil der „Geologischen Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan und den angrenzenden Gebieten“ (LXXIX. Band der Sitzungsberichte der kais. Akademie

[1] Franz Toula, Geologische Untersuchungen im centralen Balkan. I. Geologischer Theil. — II. Paläontologischer Theil. Denkschr. der kais. Akad. der Wiss., LV. Bd. 1889.

vorstellt, welcher die von Professor Toula auf seiner ersten Balkanreise im Jahre 1875 gesammelten Eruptivgesteine umfasst.

Für die nächste Zeit ist vom Verfasser die Bearbeitung der auf der zweiten Reise Prof. Toula's im Jahre 1880 (vergl. „Grundlinien der Geologie des westlichen Balkan". Denkschriften XLIV. Band) gesammelten Gesteine in Aussicht genommen, so dass es in relativ kurzer Zeit möglich werden dürfte, ein Gesammtbild der Balkangesteine zu gewinnen, in welchem auch bereits die ostbalkanischen, von Prof. Toula im vorigen Sommer mitgebrachten Vorkommnisse ihren Platz finden werden.

Über die Art der Untersuchung sei angeführt, dass sie, im Wesentlichen auf der Ermittlung der optischen Verhältnisse basirend, zur Ergänzung und Erweiterung der dadurch gewonnenen Resultate, wo es anging, die mikrochemische Analyse zu Hilfe zog. Besonders gilt dies bei der so ausschlaggebenden Feldspathbestimmung, welche an isolirtem Material, wenn sich dieses nur irgendwie gewinnen liess, stets vorgenommen wurde.

Die Arbeit und das Zeiterforderniss für die Herstellung von einem Dutzend winziger Spaltblättchenschliffe von oft weniger als 1 *mm* Grösse (für welche sich wohl kaum an irgend einem Institute ein verwendbarer Diener finden dürfte, da diesen zumeist nur das schablonenmässige Herstellen der Dünnschliffe anvertraut werden kann) kann erst von demjenigen richtig beurtheilt werden, der selbst beim Schleiftische sass und die Schwierigkeiten kennt, welche die Erzielung einer hinreichenden Dünne der Präparate erfordert, damit sowohl die orientirenden Spaltrisse entstehen, als auch damit die oft so massenhaften Umwandlungsproducte gegenüber der unveränderten Feldspathsubstanz in den Hintergrund treten. Der Verfasser hat gar oft die Mühe nicht gescheut die bei unfrischem Material — wie es als Sammlungsergebniss grosser geologischer Orientirungstouren so häufig vorliegt — schwer sicherzustellenden Messungen an neuen Schliffen zu wiederholen, und diese Arbeit lieferte erst den richtigen Masstab für die Werthschätzung insbesondere für die Feldspathbestimmung der consequent als Controlreaction in Anwendung gebrachten Mikroanalyse nach Boricky.[1] Bei der Einfachheit und relativ nur kurzen Zeit, welche die Untersuchung der Proben erfordert (bei Anwendung des, etwa durch eine Arzberger'sche Luftpumpe bequem zu bewerkstelligenden Verdunstens der Kieselflusssäuretropfen im luftverdünnten Raume nur vier bis sechs Stunden) können die durch dieselben zu erzielenden Resultate nicht hoch genug angeschlagen werden.

Die wiederholte Herstellung der zur Untersuchung nothwendigen Kieselfluorwasserstoffsäure in der erforderlichen Reinheit und Stärke (13 %) verdanke ich Herrn Adjunct Dr. Benedikt (Laboratorium für allgemeine Chemie an der k. k. technischen Hochschule Prof. Dr. A. Bauer).

Über die Reihenfolge der untersuchten Gesteine sei hier bemerkt, dass sie analog wie in der Niedzwiedzki'schen Arbeit nach der Aufeinanderfolge der Touren Prof. Toula's angeordnet sind, um die parallele Benützung seiner Originalarbeit zu erleichtern; bei den einzelnen Untersuchungsobjecten wird überdies überall auf die betreffende Stelle im Texte dieses Werkes hingewiesen.

Eine systematische Übersicht über sämmtliche Balkangesteine wird am Schlusse der bezüglichen Arbeit folgen.

Für die anlässlich der Aufnahme der Mikrophotogramme in der k.k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren nothwendig gewordenen eingehenden Vorversuche und die Herstellung einer Reihe von Probephotogrammen bin ich dem Leiter dieser Anstalt, Herrn Dr. J. M. Eder, sowie Herrn Hauptmann R. v. Reisinger zu bestem Danke verpflichtet.

[1] Elemente einer neuen chemisch-mikroskopischen Mineral- und Gesteinsanalyse. Prag 1877. Nachtrag: Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1879, S. 564.

Systematische Übersicht

der im Nachstehenden behandelten centralbalkanischen Gesteine.[1]

A. Massengesteine.

Granite:

1. Selci-Gjusevo. Oben anstehend. (11.)
2. Am Wege von Rahmanli auf den Rabanica-Pass. (26.) (2 Varietäten.)

Granitite:

1. Vor Kalofer (Ost). (20.)
2. Hainkiöi (Mikroklingranitit). (9.)
3. Srednja Gora bei Balabanli (Mikroklingranitit). (8.)
4. Vor Tvardica (Mikroklingranitit). (2.)

Amphibolgranitit:

1. Rahmanli-Rabanica-Pass. Findling; weiter oben anstehend. (27.)
2. Rabanica-Pass. Nach der Höhe. (28.)
3. Oberer Vid. (29.) (3 Varietäten.)

Quarzglimmerdiorit:

Vor Tvardica. (3.)

Diorit („Nadeldiorit"):

Karni dol. (13.)

Uralitdiabas:

Bach von Mazalat. Geschiebebruchstücke. (18.)

Quarzporphyr (Mikrogranit):

Abstieg vom Rabanica-Pass (nach Nord). Findling. (30.)

Syenitporphyr (Orthophyr):

Höhe der Srednja Gora. (4.)

Quarzporphyrit:

Bach von Mazalat. (19.)

Quarzdioritporphyrit:

Vid. Findling zwischen Teteven und Glożen. (32.)

Porphyrittuff:

Cirkova. (6.)

Nephelinbasalt:

Höhe nach Carevic (türk. Tekir). Strassenschottermaterial. (1.)

Limburgit:

Oberhalb Gjusevo anstehend. (12.)

Andesittuff:

Höhe der Srednja Gora. (5.) (3 Varietäten.)

[1] Zugleich als Inhaltsverzeichniss. Die Zahlen in den Klammern bezeichnen die Ordnungsnummer der nach Prof. Toula's Touren in Reihe gestellten Gesteine. Ein kurzes Register der vergleichweise besprochenen Gesteine befindet sich am Schlusse dieser Abhandlung.

B. Krystallinische Schiefer.

Granitgneisse:

1. Oberer Vid, Nordseite des Rabanica-Passes. (31.)
2. Trojan Pass. Obere Grenze des Gneisses (Oligoklasgneiss). (25.)
3. Rosalita-Pass, Hauptgestein (Augengneiss). (22.)
4. Selci-Gjusevo (2 Varietäten). (10.)

Hälleflintgneiss:

Aufstieg zur Rosalita-Passhöhe (Südseite). (23.)

Gneisse:

Rosalita-Pass, Aufstieg von Süd. (24.)

Glimmerarmer Gneiss:

Šipka. (15.)

Chlorit- (Epidot-Oligoklas-) Gneiss:

Aufstieg zum Šipka-Pass (Südseite). (16.)

Amphibolbiotitgneiss:

Vor Kalofer (Ost). (21.)

Amphibolgneiss:

Aufstieg zum Šipka-Pass (Südseite). (17.)

Amphibolschiefer:

Srednja Gora, Nordabhang bei Balabanli. (7.)

Quarzphyllit:

Šipka (2 Varietäten). (14.)

I. Von Svištov nach Tirnova.

1. Nephelin-Basalt.

Höhe nach Carevic (türk. Tekir). Strassenschottermaterial.[1]

Das dunkelbraunschwarze Gestein liegt in drei Handstücken vor, welche ziemlich gleichen Habitus zeigen. Eines davon ist ein Stück von säulenförmiger Absonderung mit länglich fünfseitigem, 9 *cm* breitem Querschnitt. Es zeigte beim Anschlagen nahezu muscheligen Bruch, eine dichte Structur und liess von Gemengtheilen bloss die etwa 1 *mm* grossen Olivin-Krystalle erkennen, zu denen sich selten ein grösserer Augitkrystall gesellt. An den der Verwitterung ausgesetzten Absonderungsflächen lassen die zersetzten Olivine Grübchen zurück, während die beständigeren Augite, wie dies noch besser bei einem zweiten, mehr polyëdrisch brechenden Stücke zu sehen ist, mit ihren Krystallflächen zu Tage treten. Einzelne der Augite erreichen eine Grösse von 1 *cm* und zeigen späthige Bruchflächen; auch findet sich der Olivin zuweilen nesterweise in derselben Ausdehnung vor.

Die optische Untersuchung in Dünnschliffen lässt bei etwa 350facher Vergrösserung eine farblose Glasbasis erkennen, welche von lang nadel- bis kurz säulenförmigen blassgrünen Mikrolithen erfüllt ist.

Scheinbar der Glasbasis angehörende Partien erweisen sich indessen als aus schwach doppelbrechenden, gerade auslöschenden Theilen bestehend, die identisch mit jener nicht idiomorphen Form des Nephelin sind, welche in den von Boricky[2] Nephelinitoide genannten Basalten vorkommt. Zur Controle wurde

[1] Man vergl. Toula a. a. O. S. 3. Eine Beschreibung eines bulgarischen Basaltvorkommens (vom Kalvak) findet sich in Zlatarski, Beitr. z. Geol. d. nördl. Balkanvorlandes. Sitzungsber. d. Wiener Akad. XCIII. Bd. 1886, S. 328.

[2] E. Boricky, Petrogr. Studien an den Basaltgesteinen Böhmens, S. 62.

auch auf chemischem Wege durch Kochen des Gesteinspulvers mit Salzsäure, wobei sich durch Auslaugung der schleimig-gelatinösen Kieselsäureausscheidung neben den aus dem Magnetit stammenden Eisenchlorürkrystallen auch Kochsalzwürfelchen gewinnen liessen, der Nephelingehalt nachgewiesen.

An der Zusammensetzung des Grundgewebes betheiligt sich ferner in hervorragendstem Masse Augit, welcher in seiner jüngeren Generation in wechselnder Grösse der Individuen von mikrolithischen Dimensionen angefangen vorkommt. Er hat meistens die Form länglicher, selten über 0·05 *mm* hinausgehender Säulchen, welche in gleichmässiger Vertheilung vorhanden sind, während, stellenweise dichter gedrängt, kleinere, mehr kurzprismatische Kryställchen die Zwischenräume der ersteren erfüllen, wodurch die Grundmasse bei schwacher Vergrösserung ein eigenthümlich verwaschenfleckiges Aussehen erhält.

Magnetit tritt ausschliesslich in der Form grösserer oder kleinerer Körner in ziemlich gleichmässiger Vertheilung zwischen den anderen Gewebeelementen auf. Farblose quergegliederte Apatit-Säulchen finden sich in spärlicher Menge vor.

Als porphyrisch ausgeschiedene Gemengtheile treten Augit und Olivin in nahezu gleichem Mengenverhältnisse auf. Ersterer zumal erreicht oft ansehnliche Grösse, wenngleich die Mehrzahl der Individuen bloss 0·1 bis 0·2 *mm* misst. Er ist braun gefärbt, am Rande dunkler als in der Mitte, und zeigt sehr oft einen zonalen Aufbau bei bis zu 20° differirenden Auslöschungsschiefen der Central- und Randpartie. Einschlüsse der Grundmasse im Inneren grösserer Krystalle sind häufig. Zwillingsbildungen nach (100) mit eingeschobenen Zwischenlamellen konnten neben knäuelartigen Verwachsungen und sanduhrförmigen Wachsthumsformen hie und da beobachtet werden, häufig aber fanden sich corrodirte und zerbrochene Individuen vor. Einer der ganz grossen Augite zeigte sich im Dünnschliff von einer Reihe parallel gestellter Sub-Individuen umrandet, innerhalb welcher eine einschlussreiche Zone annähernd parallel der Umgrenzung verlief, die nach innen zu in die reine, fast farblose Augitsubstanz überging. Die makroskopisch erkennbare Spathigkeit ist durch zahlreiche Spaltrisse des Schliffes angedeutet. Entlang älterer derselben sowie unregelmässig verlaufender Sprünge findet sich eine chloritische Zersetzungssubstanz von gelbgrüner Farbe in schön concentrischen Formationen abgelagert. Als innerste derselben erscheint, besonders an Stellen, wo sich Corrosionshohlräume, die noch theilweise mit der unveränderten Grundmasse erfüllt sind, in den Krystall hineinziehen, Serpentin in ganz derselben Form, wie er als Umwandlungsproduct der benachbarten Olivine auftritt.

Letztere sind in zahlreichen Krystallen der bekannten Form und von der Grösse jener der Augite vorhanden, erscheinen aber oftmals zerbrochen und stets in Serpentinisirung begriffen, welche meistens nur auf Spalten vordringt, zuweilen aber schon die ganze Masse des Krystalles umgewandelt hat. Ein etwa 3 *mm* langer Durchschnitt durch eine grössere Olivinausscheidung zeigte sich zur Hälfte aus einem Augitindividuum bestehend, das einseitig von Krystallflächen begrenzt war und kleine Olivine mit ihren Serpentinspalten sowie secundäre Producte, zum Theil in der Form schöner Sphärokrystalle und in Verbindung mit Magnetit eingeschlossen enthielt. Die zweite damit unregelmässig verwachsene Hälfte bestand aus unregelmässig begrenzten, verschieden orientirten Olivinkörnern.

Accessorisch fand sich auch Plagioklas in einer bloss millimetergrossen Partie der Grundmasse vor, welche daneben grössere Augitsäulchen und etliche Magnetitkörner enthielt. Die Zwischenräume füllte die secundäre grünliche Substanz, sowie etwas Calcit.

II. Tirnova-Elena-Tvardica (Erste Balkan-Passage).

2. Mikroklin-Granitit.

Vor Tvardica. [1]

Der von Prof. Toula gegebenen makroskopischen Charakteristik sei Folgendes beigefügt.

Das mittel- bis grobkörnige Gestein, welches in halbfrischem Zustande in einem Handstücke vorliegt, charakterisirt sich zunächst durch das Vorwalten eines licht fleischroth gefärbten Feldspathes, dessen grössere (bis 2 *cm* grosse), porphyrartig ausgeschiedene Krystalle schon dem unbewaffneten Auge die für viele Mikrokline so bezeichnende Verticalstreifung der Längsfläche (010) zeigen.

Ausserdem tritt in weissen, zum Theil schwach grünlichen kleinen, aber zahlreichen Individuen ein Feldspath auf, welcher unter der Loupe durch seine matten Bruchflächen als bereits wesentlich umgewandelt erscheint.

Der Quarz ist graulichweiss und ist infolge seiner Einschlüsse wie milchig getrübt.

Biotit bildet zahlreiche kleine Anhäufungen dunkelgrüner bis schwarzer Schüppchen, seltener einzelne bis 4 *mm* grosse Krystalle.

Hornblende tritt nur spärlich in 4—5 *mm* langen schwarzen, durch Umwandlung aber bereits um ihre ursprüngliche Härte gekommenen Säulchen auf.

Ausserdem erkennt man hie und da einzelne bis 5 *mm* grosse Nester von Magnetit an ihrer kräftigen Einwirkung auf die Magnetnadel.

Bei der mikroskopischen Untersuchung handelte es sich zunächst um Feststellung des Charakters des rothen Feldspathgemengtheiles. Seine Grösse erlaubte es Spaltblättchenschliffe nach 001 und 010 herzustellen. Bei der Untersuchung ergab sowohl die Auslöschungsschiefe von 14—16° auf der Fläche 001, als auch das Auftreten der Des Cloizeaux'schen Gitterstructur daselbst, dass die Hauptmasse Mikroklin sei, welcher nur vereinzelt kleine Individuen und Zwillinge des zweiten Feldspathes in nichtparalleler Stellung einschliesst. Dagegen gewahrt man in dem Schliffe nach der Längsfläche ausser diesen selbstständig und vor dem Mikroklin gebildeten circa 0·4 *mm* messenden Orthoklas- zum Theile aber auch Plagioklas-Kryställchen noch die von Becke [2] in seinem Mikroperthit beschriebenen und unter anderen auch von Beutell [3] in manchen Riesengebirgsgraniten nachgewiesenen fadenförmigen, parallel zur Hauptachse verlaufenden Albiteinlagerungen, die durch ihre Auslöschungsschiefe von 17°6 sehr prägnant aus der Mikroklinsubstanz mit ihrem kleinen bloss 6°1 betragenden Auslöschungswinkel hervortreten. [4]

Im gewöhnlichen Dünnschliffe treten nächst dem Mikroklin schon stark umgewandelte Feldspathe hervor. Die Umwandlung erstreckt sich oft auf die Centralregion, verläuft zuweilen auch zonal parallel den Krystall-

[1] Über das Auftreten dieses und des folgenden Gesteins vergl. das in Prof. Toula's Abhandlung enthaltene Profil Fig. 17 auf S. 15. Unser Granit ist Nr. 2 des Profils.

[2] F. Becke, Die Gneissformation des niederösterr. Waldviertels. Tschermak, Min.-petrogr. Mittheilung. 1881, IV, S. 196.

[3] A. Beutell, Beitr. z. Kenntn. d. schlesischen Kalinatronfeldspathe. Zeitschr. f. Krystallogr. 1883, VIII, S. 356.

[4] Diese Beobachtung veranlasste mich auch zur vergleichenden Untersuchung eines analog dem vorliegenden Falle durch seine perthitischen Streifungserscheinungen der Längsfläche auffällig gewordenen „Orthoklases" aus dem Porphyrgranitit (Krystallgranit) von Arzberg im Fichtelgebirge. Auch hier zeigten die bis 6 *cm* grossen tafelförmigen Karlsbader Zwillinge in Dünnschliffen nach den beiden Spaltungsflächen alle charakteristischen optischen Eigenschaften des Mikroklins. Die Albitlamellen treten breiter (bis 0·07 *mm*) auf, als in obigem Balkanexemplar, zeigen jedoch auf der Fläche OP (001) keine Zwillingsstreifung, sondern erscheinen in der verhältnissmässig reinen Mikroklinsubstanz als trübe ⊥ zu 010 verlaufende Streifen, die man versucht wäre, für im Kaolinisiren begriffene Orthoklassubstanz zu halten, wenn nicht die beträchtliche Auslöschungsschiefe auf 010 (18—19°; die Auslöschungsschiefe auf 001 konnte unter schwierigen Beobachtungsverhältnissen nur annähernd mit ca. 3° bestimmt werden) und der Unterschied im Brechungsvermögen den Albitcharakter feststellen würde. Die mit Hilfe eines Reflexionsgoniometers vorgenommene Messung der Spaltungswinkel ergab im Mittel aus einer Reihe von Beobachtungen für den kleineren derselben 89°36′, welchen Werth das Messungsresultat des anderen mit 90°24′ bestätigte.

flächen, hat aber meistens schon den ganzen Krystall ergriffen und lässt nur einen schmalen Randsaum unveränderter Substanz übrig. Es ist ein von der gewöhnlichen Umwandlung in Kaolin verschiedener Process, denn bei starker (300facher) Vergrösserung erweist sich die Trübung als ein regelloses Haufwerk von bis 0·02 *mm* grossen Blättchen, Mikrolithe, die wohl zum grösseren Theile dem Muscovit angehören dürften, was auch das unter stark vergrössernder Loupe ungemein feinschuppige Aussehen erklärt.

Die Mehrzahl dieser Feldspathe lässt noch Zwillingsstreifung erkennen, ist also als Plagioklas festzustellen; einzelne weniger getrübte Individuen liessen nur kleine Auslöschungsschiefen von circa 6° erkennen. Ein ganz sonderbares Aussehen zeigt der Quarz in vielen seiner Schliffe. Die makroskopisch wahrzunehmende Trübung seiner Substanz ist durch äusserst zahlreiche und dabei überaus kleine Einschlüsse verursacht, welche, dicht gedrängt, seine Masse in mehr weniger paralleler flächenartiger Anordnung durchsetzen, und dadurch bei geringer Vergrösserung ein streifiges Aussehen der Durchschnitte schon im gewöhnlichen Lichte veranlassen. Bei Anwendung des Polarisationsapparates zeigt sich ausser dem Erscheinen der Interferenzfarbe keine Veränderung, da sich die Streifen als einem optisch vollkommen gleichartigen Körper eingelagert erweisen. Bei 500maliger Vergrösserung erst sieht man die in wechselnder etwa 0·01 *mm* Entfernung befindlichen Flächenstreifen in ihre Elemente aufgelöst. An einigen Stellen erscheinen sie bei Handhabung der Mikrometerschraube windschief bis schraubenartig gewunden.[1]

Die grösseren (0·003—0·01 *mm*) der Einschlüsse sind Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle in der bekannten Form. Die Risse im Quarz sind von einem Limonithäutchen ausgefüllt.

Der Biotit zeigt vielfache Umwandlungsstadien in Chlorit und ist randlich oft zierlich büschel- und pinselförmig zerfasert; seine Farbe ist grün, die sonst starke Absorption wesentlich verringert. Allenthalben im Schliff findet sich Apatit vor; weniger häufig erscheinen Körnchen von Magnetit als Begleiter des Biotits und der Hornblende, als deren Umwandlungsproduct häufig auch Epidot auftritt.

3. Quarzglimmerdiorit.

Vor Tvardica.

Zunahme der farbigen und Abnahme der sauren Gemengtheile, zumal des Quarzes, führen von dem obgenannten Granitit zu der nach Prof. Toula gangartig in ihm vorkommenden und wahrscheinlich durch Übergänge vermittelten zweiten Gesteinstype dieser Localität.[2] Das vorliegende Handstück weist denselben Erhaltungszustand und die gleiche Structur wie der Granitit auf und besteht seiner Hauptmasse nach (im Dünnschliffe etwa die Hälfte der gesammten Schnittfläche einnehmend) aus einem im Bruche infolge vorgeschrittener Umwandlung dicht erscheinenden, licht grün gefärbten Feldspath, zu welchem sich noch ein zweiter farbloser bis röthlicher, sehr frischer Feldspath gesellt, der zum Theil in leistenförmigen Durchschnitten von der mittleren Korngrösse des Gesteins (1—3 *mm*) zum Theil aber auch in über 1 *cm* grossen Krystallen porphyrisch ausgeschieden erscheint.

Der Quarz-Gehalt ist makroskopisch nur schwer festzustellen; unter der Loupe sieht man ihn ab und zu in kleinen Körnern. Dagegen tritt sowohl Hornblende in den bekannten kurz säulenförmigen Krystallen als auch Biotit in Tafeln von mehreren Millimetern Grösse, beide in ziemlich gleichem Mengenverhältnisse, reichlich auf. Accessorisch findet sich noch häufig gelbbrauner Titanit in etwa 1 *mm* grossen Kryställchen, welche ganz gut die nach (123) säulenförmigen Formen erkennen liessen; auch fand sich Pyrit, doch nur in minimaler Menge.

Unter dem Mikroskop erwies sich der grüne Feldspathgemengtheil als ein Plagioklas, dessen Zwillingslamellirung durch die weit fortgeschrittene Trübung der Substanz in einigen Individuen eben noch deutlich

[1] Dieselbe Erscheinung wurde auch im Granite von Vintel im Rienzthale bei Brixen beobachtet. Doch konnten hier die Streifen nicht aufgelöst werden.

[2] In Prof. Toula's Profil a. a. O. (S. 15, Fig. 17) ist dieses Gestein (Nr. 1) als dunkel gefärbter, grobkörniger Amphibolgranit bezeichnet.

genug sichtbar blieb, um die sicher trikline Natur festzustellen. Meistens sind es die Randpartien, welche von der Umwandlung zu einem Aggregat etwa 0·01—0·03 *mm* grosser, nach der Längsrichtung gerade auslöschender Blättchen und Schüppchen von Muscovit und lichtgrüner Körnchen von Epidot verschont blieben. Dieser Umwandlungsprocess tritt hier noch viel auffälliger auf wie in dem benachbarten Granitit und verursacht eine Herabminderung der Härte dieses Gemengtheiles bis etwa zum 3. Grad der Mohs'schen Skala. Da Spaltblättchen nicht herzustellen waren, musste die Art des Plagioklases auf directem Wege unbestimmt bleiben. Die Auslöschungsschiefen im Dünnschliffe schwankten zwischen 4° und 20°, was nach Michel-Lévy's angenäherter Bestimmungsmethode auf Oligoklas hinweist.

Die an Spaltblättchen vorgenommene Bořický'sche Probe entspricht hinsichtlich des relativen Mengenverhältnisses zwischen Na- und Ca-Kieselfluorid recht gut der Zusammensetzung eines Oligoklases, doch tritt noch ein in allen Proben vorkommender wesentlicher Kaliumgehalt hinzu, der offenbar dem massenhaften Muscovit entstammt.

Die bezeichnendste Ähnlichkeit mit dem Granitit liegt nun in dem Gehalt an Mikroklin, als welcher sich der der Menge und dem Alter nach in zweiter Linie stehende Feldspath erwies. Die Charakteristik desselben stimmt vollkommen mit jener des Granitit Mikroklins überein, wie sowohl an Spaltblättchen als auch in den Dünnschliffen constatirt werden konnte.

Der Quarz findet sich im Dünnschliffe häufiger, als das makroskopische Aussehen vermuthen lässt, und bildet, bekanntlich allotrimorph gegen alle anderen Bestandtheile, die Zwischenfüllmasse zwischen denselben. Er tritt in oft sehr kleinkörnigen Aggregaten (Korngrösse 0·1 *mm* und darunter) auf, was im Einklang mit der randlichen Zertrümmerung vieler Mikrokline analog wie in den alpinen Graniten als eine Äusserung des Gebirgsdruckes aufgefasst werden muss; Flüssigkeitseinschlüsse (Libellen) waren nur in mässiger Menge in den sonst ziemlich reinen Quarzen vorhanden.

Hornblende und Glimmer sind beide von normaler, wenig veränderter Beschaffenheit; nur der Beginn einer Chloritisirung ist bei letzterem in dem Auftreten paralleler Zwischenschichten dieses Minerals hie und da zu bemerken. Titanit, kurzsäulenförmiger Apatit und Erze finden sich in gleichmässiger Vertheilung überall vor. Ersterer ist röthlichgrau durchsichtig und tritt ausser in den schon makroskopisch sichtbaren Krystallen auch noch in der Form kleiner Körner auf. Auch umrandet er zum Theile die Erzpartikelchen, welche letztere wieder zum Theil aus einem unregelmässigen Kern von Pyrit und einer Hülle von schwarzem Erz — jedenfalls der Limonit-Pseudomorphose des Pyrits — bestehen.

III. Ausflug in die östliche Srednja Gora (Karadža Dagh).

4. Syenitporphyr (Orthophyr).

Höhe der Srednja Gora.

Prof. Toula erwähnt dieses Gestein als „Eruptivgestein der Höhe, ein grünes, feinkörniges, andesitisch aussehendes Gestein, neben welchem auch Andesite von röthlicher Färbung und porphyritischer Structur auftreten".[1] Es bildet einen mächtigen Lagergang in einem Complex von neocomen Sandsteinen und Schiefern und ragt rifförmig aus diesen hervor. (Toula.) Der makroskopische Habitus des Gesteins allein kann natürlich keinen Grund abgeben etwa nach Art des Vorganges Lagorio's[2] von einem Meso-Andesit zu sprechen. Bestimmend für die Einreihung in das System wurde neben dem geologischen Alter in erster Linie die Gegenwart des derben Kalifeldspathes, welche die nachfolgende Untersuchung in zweifelloser Weise feststellte.

In der röthlich grauen bis violetten, dichten Grundmasse von rauhem, an die Trachyte mahnenden, splitterigem Bruche sind zahlreiche Feldspathkrystalle ausgeschieden, deren Grösse von Dimensionen unter

[1] A. a. O. S. 17, Profil S. 19, Fig. 18, Nr. 6.

[2] Massige Gesteine der Krym. Dorpat 1880. Rosenbusch (Physiographie, II, S. 112) stellt dessen „Meso-Liparite" zu den Quarzkeratophyren zurück

1 *mm* über dieses Durchschnittsmass bis zu 2 *mm* steigt; nur ganz vereinzelt fand sich ein Einsprengling vor, dessen rectangulärer Durchschnitt 2·5 . 3·5 *mm* mass. Die Form der Durchschnitte, in sehr vielen Fällen kurz rechteckig, erweist das Vorherrschen der Flächen (001), (010) und (201) an den Krystallen. Die Mehrzahl derselben, von weisser, nur schwach gelblicher oder röthlicher Farbe, weist gute Spaltungsflächen auf, wodurch die Herstellung von Spaltblättchenschliffen, welche die orthoklastische Natur der meisten Feldspathe nachzuweisen gestatteten, möglich wurde.

Makroskopisch oder mit Zuhilfenahme der Loupe konnte ein trikliner Feldspath nicht erkannt werden, dagegen fanden sich aus der Gruppe der farbigen Silicate vereinzelte 1—3 *mm* lange, dünne, dunkelgrüne Säulchen von Hornblende vor, deren Prismenzone (110 . 010) und Spaltbarkeit recht deutlich zur Erscheinung kamen; in unmittelbarer Nähe der vielfach durch das Handstück ziehenden Klüfte waren sie in eine ockerartige Masse umgewandelt. Manche der Säulchen sind auch kurzprismatisch und mit den Endigungen $(11\bar{1})$ und (001) versehen. Ab und zu vorkommende Erzpartikel von ca. 1 *mm* Grösse erwiesen sich als magnetisch; der rothbraune Strich und eine Umrandung durch ein Aggregat grünlicher Körnchen lässt auf titanhältigen Magnetit schliessen.

Mit unbewaffnetem Auge betrachtet, hielten sich Grundmasse und Einsprenglinge ziemlich das Gleichgewicht, schon die 20fach vergrössernde Loupe aber gestattete, in der ersteren noch weitere Bestandtheile zu erkennen, deren Grösse unter $^1/_2$ *mm* bleibt, und welche erst im Dünnschliff mit Sicherheit zu bestimmen waren; namentlich in der Nähe jener Partien, wo das Gestein feine porenartige Hohlräume enthält, finden sich epidotähnliche, grüne Körnermassen neben schwarzem Erz und kleinen, grünen idiomorphen Krystallen, sowie eingekeilte Quarzpartikel vor.

An dem einen Ende des Handstückes ändert sich die Farbe der Grundmasse des Gesteins ziemlich unvermittelt in ein lichtes Graugrün.

Die mikroskopische Untersuchung ergab die folgenden Resultate.

Die Grundmasse ist holokrystallin und besteht aus meist kurz rechteckigen, gerade auslöschenden Feldspathkryställchen von 0·05 *mm* Länge angefangen bis herab zu minimalen Dimensionen. Manche derselben nähern sich einem leistenförmigen Habitus, indem die Länge etwa die 4—5fache Breite erreicht; die ganz kleinen Individuen (ca. 0·01 *mm* und darunter), welche das eigentliche Grundgewebe fast ausschliesslich bilden, sind auch in der dünnsten Schliffstelle nicht mehr als bestimmt idiomorph zu erkennen, sondern erscheinen in ganz unregelmässiger, gegenseitiger Abgrenzung; Übergänge in Grösse und Form beider Ausbildungsarten sind häufig, wesshalb bei den ersteren nicht gut an eine zweite Einsprenglings-Generation gedacht werden kann. Bei der Kleinheit des eigentlichen Grundgewebes, das mit demjenigen des später (unter Nr. 30) zu besprechenden Quarzporphyrs ziemliche Ähnlichkeit besitzt, ist schwer zu bestimmen, in welchem Grade der Quarz sich an demselben betheiligt, jedenfalls ist er den Feldspathen gegenüber nur in geringer Menge vorhanden, was durch die Ergebnisse der Mikroanalyse bestätigt wurde. Splitter der Grundmasse wurden mit Kieselflusssäure behandelt. Nur ein kleiner Theil der Proben (Quarz) blieb ungelöst in Form eines Haufwerks winziger Körnchen zurück, dagegen zeigten sich nach dem Verdunsten des Probetropfens die Würfelchen des Kieselfluorkaliums in so überraschender Menge, dass man zur Annahme gezwungen ist: ausschliesslich Orthoklas bildet die kleinen Feldspathindividuen der Grundmasse.

Quarz tritt in anderer Weise sofort auffallend zu Tage. Es lassen sich nämlich in grosser Häufigkeit Interstitien der Grundmasse beobachten, deren Grösse zuweilen recht beträchtlich wird und Längenausdehnungen bis über $^1/_2$ *mm* aufweist; alle sind mit Quarz erfüllt, der sich vollkommen allotrimorph den Wandungen anschliesst. Theile der Grundmasse, vielfach zerrissen, ragen hinein, so dass oft ein unregelmässiges Durcheinander von Grundmasse und Quarz zum Durchschnitte kommt, in welchem aber alle Quarzpartien wenn auch schwach undulös, doch gleichzeitig auslöschen. Diese Quarzindividuen durchsetzen ganze Partien des Schliffes in Flächenausdehnungen von weit über 1 mm^2 und nur selten sieht man zwei optisch verschieden orientirte Quarze sich in einen Grundmassenzwischenraum theilen. Wo Einsprenglinge, deren Substanz erhalten blieb, oder Feldspathe der Grundmasse in den Quarz hineinragen, ist ihre idiomorphe Begrenzung

vollständig intact. Für die secundäre Natur dieser Quarz-Interpositionen sprechen zwei Gründe. Zunächst das häufige Auftreten von Epidotsäulchen und -Büscheln als Einschluss in ihnen, welche zweifellos aus den benachbarten umgewandelten Einsprenglingen herrühren, dann aber die sehr prägnant zum Ausdruck kommende Erscheinung, dass dort — und dies ist häufig der Fall — wo der Quarz selbst in Pseudomorphosen nach Amphibol oder Augit auftritt, ein gleichzeitiges Auslöschen des Quarzes in- und ausserhalb der Pseudomorphose stattfindet, dass also dasselbe Quarzindividuum im Verlaufe seiner räumlichen Ausdehnung gleichzeitig als Pseudomorphosen- und Interstitialmineral auftritt.

Bezüglich der Zusammensetzung der Grundmasse sei noch erwähnt, dass sie von Unmassen dünner, säulchen- bis nadelförmiger, farbloser bis grünlicher Mikrolithe erfüllt ist, welchen sich punktförmige Körnchen, ebenfalls „Viridite" und als färbende Bestandtheile Stäubchen und aus Punktreihen zusammengesetzte Stäbchen und Gruppen rothbrauner bis opaker „Ferrite" zugesellen. Letztere lassen an ihrer äusseren Form erkennen, dass sie vielfach Pseudomorphosen nach kleinen Einsprenglingskrystallen (hauptsächlich von Amphibol) sind, welche bei geringer Vergrösserung in grosser Zahl das Gesichtsfeld erfüllen. Wo Limonitbildung auftritt, bildet sich überall in der Grundmasse der rostbraune Hof um die betreffende Stelle.

Die Feldspatheinsprenglinge sind zum grösseren Theile Orthoklas und liessen als solcher in basischen Spaltblättchenschliffen die gerade Auslöschung zweifellos constatiren. Es fanden sich aber in der Orthoklassubstanz auch kleine, unregelmässig vertheilte Partien mit Zwillingsstreifung vor, deren Auslöschungsschiefe (circa 5°) auf Albit hinwies. Auffallend war der Umstand, dass viele Spaltblättchen Auslöschungsschiefen von circa 10° aufwiesen, während diese bei anderen wieder die Grösse des Albitwinkels (auf 010: 18—20°) erreichten. Nur in einem Falle gelang es an einem der grössten Krystalle nach den beiden Spaltflächen Schliffe herzustellen, welche correspondirende Schiefen von circa 3° und 10° ergeben. Dass also nicht alle Feldspathe reiner Orthoklas sein können, ging daraus zur Genüge hervor, und wenn auch die untersuchten Spaltblättchen sich nirgends — selbst bei starker Vergrösserung — in ihrer Gänze als polysynthetische Plagioklas-Individuen zeigten, so konnte doch schon auf Grund der optischen Untersuchungen die Gegenwart auch trikliner Feldspathe als erwiesen gelten. Die Bestätigung dafür und wesentliche Ergänzung der immerhin ungemein mühsamen und zeitraubenden Spaltblättchenuntersuchung lieferte die Behandlung zahlreicher Splitter und Schliffpartikel mit Kieselflusssäure. Es stellte sich dabei als wichtigstes Ergebniss heraus, dass die grössere Hälfte der untersuchten Proben reiner Kalifeldspath (Orthoklas) sind, indem in grosser Menge ausschliesslich die Krystalle der Kaliumsalze, und zwar sowohl in der Würfelform als auch in den säulenförmig verzogenen sechsseitigen Pyramiden[1] gebildet wurden. Manche Proben lieferten ausserdem aber einen den Gehalt an Kalium, soweit sich dies aus den gebildeten Kieselfluoridkryställchen schätzen liess, um das Drei- bis Fünffache übersteigenden Natriumgehalt neben Spuren der Anwesenheit von Calcium, so dass im Zusammenhalte mit den Ergebnissen der optischen Untersuchung bezüglich der Existenz von Anorthoklas kaum ein Zweifel obwalten kann. Es ist übrigens neben diesen Natron-Kalifeldspathen auch ein fast reiner Na-Feldspath (Albit) vorhanden, da zahlreiche Proben nur Krystalle des Na-Salzes lieferten. Im Dünnschliffe äussert sich das Vorhandensein des triklinen Feldspathes (derber Albit oder Albit-Oligoklas) durch die recht oft sichtbar werdende Zwillingslamellirung.

Alle Feldspathe sind in Kaolinisirung begriffen, und vielfach findet zu gleicher Zeit auch Muscovitbildung statt, welche sich bei Dunkelstellung des Durchschnittes deutlich kennzeichnet, überhaupt waren diese beiden Umwandlungssubstanzen oft so massenhaft vorhanden, dass die Bestimmung der Auslöschungslage bei nicht äusserst dünnen Schliffen fast unmöglich wurde.

Aber auch Epidot findet sich in den Durchschnitten der Einsprenglinge vor, namentlich wurden in einem Dünnschliffe aus der grünen Partie des Handstückes viele derselben im Centrum ganz epidotisirt angetroffen, während viele der grösseren Feldspathe ausser dem Kaolin kein anderes secundäres Product aufwiesen. Auch Quarz von ebensolcher Beschaffenheit wie jener in der Grundmasse, fand sich in centralen Partien kleinerer

[1] Man vergl. Bořický, Beiträge zur chem.-mikrosk. Mineralanalyse. Neues Jahrbuch 1879. S. 564.

Einsprenglinge vor. Zonarer Bau, meistens durch eine unveränderte Randzone ausgeprägt, und Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz sind allenthalben häufig.

Von Glimmermineralen war unter den Einsprenglingen nur Biotit zu constatiren. Er findet sich in kleinen (0·1 *mm*) braunen Krystallen von den bekannten typischen Eigenschaften und ist recht selten; auch er ist von jenem Saume der Erzpartikel umgeben, die als Hülle über fast sämmtliche farbige Mineraleinsprenglinge gelagert sind. Viele der zahlreichen, von den Ferriten gebildeten Pseudomorphosen sind nach ihm entstanden.

Hornblende kommt neben den schon makroskopisch sichtbaren Säulchen auch in viel kleineren Krystallen vor; sie ist in den Schliffen stets tief grün gefärbt und löscht in Spaltblättchen nach Art der basaltischen Hornblenden fast gerade aus. Ihr Pleochroismus ist ein recht lebhafter. Zwillinge nach (100) kommen ab und zu, wenn auch gerade nicht häufig, vor. Einer der grösseren Einsprenglinge, durch Grundmasse corrodirt, in welche wieder Quarz mit zahlreichen Epidotbüscheln eindringt, enthielt primäre parallele Einlagerungen zahlreicher in geradlinige Streifen angeordneter, aus punktförmigen Körnchen bestehender Erz-(?) partikelchen.

Die langsäulenförmigen Krystalle überwiegen weitaus über die kurzen Formen, und besonders die kleineren derselben (etwa 0·1—0·2 *mm*) sind in Limonit und auch Epidot pseudomorphosirt. Die Zersetzung in Chlorit scheint dagegen zu fehlen, während Quarz, wie schon erwähnt, viele der durch den meistens breiten Limonitrand begrenzten ehemaligen Krystalle erfüllt: in relativ grosskrystallinischen Individuen, von denen nur eines oder wenige an einer Pseudomorphose participiren. Da im Inneren einer solchen Pseudomorphose manchmal noch ein Rest von Epidot an der ehemaligen Krystallwandung haftet, so hat es den Anschein, als ob die eigentlichen secundären Umwandlungsproducte durch Auslaugungsprocesse entfernt und der Quarz erst nach dieser bald partiellen, bald vollständigen Evacuirung eingedrungen wäre, was mit dem Hinausgreifen der Quarz-Individuen in die Interstitien der Grundmasse recht gut in Einklang steht. Immerhin kommen aber auch Fälle vor, wo ein einziges Quarzindividuum die Pseudomorphose bildet, das durch und durch von Einschlüssen zahlreicher mikrolithischer Körnchenaggregate durchzogen wird. Mikroskopisch oder chemisch nachzuweisender Calcit trat als Zersetzungsproduct nicht auf, woraus das starke Vorwiegen des Epidots erklärlich wird.

Augit ist unter den Einsprenglingen, wenn auch nur in kleinen Krystallen ebenso häufig wie die Hornblende vorhanden. Manche der säulenförmigen Krystalle werden bis 0·6 *mm* lang bei einer Dicke von 0·1 bis 0·2 *mm*; die gewöhnlichen kurzprismatischen Formen überschreiten letzteres Mass nur selten. Auffällig ist die helle Farbe der Durchschnitte, die von beinahe farblos bis zu einem lichten Gelbgrün variirt, und welcher auch der am Handstück unter der Loupe hervortretende diopsidartige Charakter der Kryställchen entspricht. Sie bilden oft die bekannten Zwillinge nach (100) mit eingeschalteten Zwischenlamellen; auch eine einfache Wiederholung dieses Zwillingsgesetzes zu einem Drilling fand sich vor. Im Allgemeinen ist der Augit das am wenigsten veränderte Mineral unter den Einsprenglingen und nur zuweilen von dem Saume der Eisenerze umhüllt. Seine Spaltbarkeit ist überall deutlich zu beobachten, bei den säulenförmigen auch die quer gegen die Säulenflächen laufende Zerklüftung; von primären Einschlüssen waren in ihm Magnetit, Apatit und Glas mit Bläschen zu constatiren, ausserdem noch doppelbrechende Mikrolithe unbestimmbarer Natur.

Von den erwähnten Einschlüssen findet sich insbesondere der Apatit überall häufig auch in der Grundmasse vor. Nach der Rosenbusch'schen Terminologie wäre daher das Gestein als Amphibol-Augitorthophyr zu bezeichnen.

Der aus der grünen Partie des Handstückes hergestellte Dünnschliff zeigte ausser zum Theil besonders lang und dünn, fast nadelförmig entwickelten Hornblenden und Augiten (z. B. 0·036 : 0·36 *mm*) auch eine Hinneigung der in der Grundmasse idiomorph erscheinenden Feldspathe (der zweiten Generation?) zur leistenförmigen Form. Die abweichende Färbung ist dadurch verursacht, dass sowohl in der partiellen Umwandlung der Feldspathe als auch in den Pseudomorphosen nach Biotit und Hornblende der Epidot fast ausschliesslich herrscht und die Limonitbildungen zurücktreten.

5. Andesittuff.

Höhe der Srednja Gora.

Prof. Toula beschreibt die geologischen Verhältnisse des Fundortes auf Seite 17 seiner Abhandlung (Profil Atlari Smavli, Fig. 18 auf S. 19). Von dem dort als Begleiter des Eruptivgesteines der Höhe angeführten Tuffmaterial liegt zunächst

Var. *A*. Ein Handstück mit zum Theil abgescheuerter Oberfläche als Bruchstück eines bereits transportirten Gesteinsbrockens vor. Die makroskopische Untersuchung lässt in einer dichten, schmutziggrünen, matten und weichen (leicht ritzbaren) Grundmasse nur die kleinen, meist unter 1 *mm* messenden Augitkryställchen erkennen, deren lebhaft glänzende Krystallflächen selbst aus den verwitterten Flächen des Gesteines hervorleuchten. Unter der Loupe erkennt man als Begrenzungselemente neben den acht Flächen der Verticalzone noch die beiden Pyramiden (111) und (221). Die Farbe dieser Augite ist dunkel pistaziengrün bis schwarz; manche der Bruchflächen erscheinen jedoch heller grün, nahezu von der Farbe der basaltischen Olivine, doch durch die Spaltbarkeit von diesen wohl unterschieden.

Ausser den Augiten fallen auf einer Abscheuerungsfläche rundliche, kaum 1 *mm* grosse Körnchen ins Auge, die zum Theil Quarz sind, und den Tuffcharakter des Gesteins bereits ahnen lassen. Den sich durch lebhaftes Brausen beim Betupfen mit Säure verrathenden Kalkgehalt hat Prof. Toula[1] an den benachbarten Gesteinen von Cirkova bereits hervorgehoben. Hinzugefügt sei hier noch die ziemlich lebhafte Wirkung auf die Magnetnadel, welche sich fast derjenigen der Basalte und verwandter Gesteine annähert.

Die mikroskopische Untersuchung lässt auf den ersten Blick erkennen, dass man es mit einem sogenannten Krystalltuffe zu thun habe. Eckige, scharfkantige Fragmente grösserer Krystalle zumeist von Feldspath, aber auch Quarz- und Augit- sowie Hornblende- und Glimmer-Theilchen bilden bei etwa 0·02 bis 0·05 *mm* Durchschnittsgrösse die Hauptmasse des Gesteinsgewebes. In den Zwischenräumen dieser Krystallfragmente befindet sich ein Haufwerk grünlicher Körnchen, Blättchen und Fäserchen von mikrolithischen Dimensionen, das von kleinen und kleinsten Calcitkörnchen reichlich erfüllt ist. Der Calcit ist so häufig, dass er in Verbindung mit den erwähnten grünen Körperchen, von welchen die fasrig-blättrigen Aggregate zum Chlorit zu stellen sind, geradezu die Rolle eines Bindemittels spielt. Diese secundären Minerale kommen hie und da auch in grösseren Ausscheidungen nach Art der Mandeln vor. Dann wird der Calcit grösser und zeigt neben seinen lebhaften Polarisationsfarben auch die Zwillingsbildung und Spaltbarkeit sehr deutlich; den grünen Chlorit sieht man in der bekannten sphäroidischen radialfasrigen Ausbildungsform mit der schwachen „eisblumenähnlichen" Aggregatpolarisation recht häufig. In einigen Fällen konnte auch Augit in Gesellschaft dieser Minerale beobachtet werden. Er hatte die Form langer und dünner kleiner Säulchen, welche meist nur prismatisch begrenzt waren, bloss die grössten unter ihnen (0·15 *mm*) waren noch mit der Längsfläche versehen, wie die Querschnitte recht deutlich erkennen liessen. Als terminale Endigung herrschte das positive Pyramidenpaar; die Säulchen waren grün gefärbt, durch Absonderung quergegliedert und von den Calciten u. s. w. umhüllt. Prismenwinkel und Spaltbarkeit liessen eine sichere Diagnose zu.

Bezüglich der ursprünglichen Bestandtheile sei zunächst erwähnt, dass grössere Krystalle, abgesehen von den schon makroskopisch sichtbaren Augiten, gar nicht selten sind, sondern bis zu etwa $^1/_2$ *mm* Grösse und darüber in dem Gesteine vorkommen, dabei aber durch alle möglichen Zwischengrössen mit dem kleineren Trümmerwerk verbunden sind.

Zunächst fallen die Plagioklasstücke im polarisirten Lichte durch ihre Streifung auf. Die Schiefe der Auslöschung ergab als gemessenen Maximalwerth 18°; meist schwankte sie zwischen 8—12°. Es ist also wahrscheinlich, dass Plagioklase von mittlerem Natriumgehalt vorliegen. Der Substanz nach sind die Plagioklasbruchstücke recht rein zu nennen; die überall verbreiteten, relativ grossen Einschlüsse eines blättrig schuppigen Glimmerminerals sind niemals besonders reichlich in ihnen enthalten; die secundäre Natur derselben ist kaum fraglich.

[1] A. a. O. S. 18.

Dass neben ihnen auch Kalifeldspath vorkommt, wurde schon chemisch durch die Bauschanalyse — wenn man so sagen darf — eines Splitters wahrscheinlich gemacht. Es fanden sich neben den prädominirenden Ca-, Mg- und Fe-Kieselfluoriden der farbigen Bestandtheile auch die Alkalien in recht reichlicher Menge vor, und zwar die Kalium- in kaum viel geringerer Menge als die Natriumverbindung. In der That wies das Vorkommen vieler getrübter (kaolinisirter) Feldspathe selbst in grösseren Krystallbruchstücken entschieden auf Orthoklas hin, dessen Provenienz aus den benachbarten Tuffen des Syenitporphyrs kaum zweifelhaft sein kann.

Quarz ist im Allgemeinen nicht häufig; einige ein paar Zehntelmillimeter grosse Splitter sind offenbar Fremdlinge in der Gesellschaft der übrigen Minerale und stammen von weiter her. Dagegen herrschen die farbigen Gemengtheile Augit und Hornblende, insbesondere ersterer, als integrirende Gesteinsbestandtheile neben dem plagioklastischen Feldspath. Die schön idiomorphe Form der Augitkrystalle zeigt sich auch in vielen der kleineren Individuen, von welchen die Mehrzahl der über 0·1 *mm* messenden Kryställchen den kurz säulenförmigen Habitus zeigt. Die noch viel kleineren, scharfkantigen Bruchstücke von Augit sind äusserst zahlreich und zeigen wie die grösseren Krystalle keine Spur einer Veränderung ihrer Substanz. Dies war ganz besonders schön an einer Stelle zu sehen, wo der Augit, von der chloritischen Substanz ganz umgeben, doch mit unveränderten scharfen Krystallflächen an diese grenzte.

Von den grösseren Krystallen sei noch erwähnt, dass sie zum Theil sehr schöne Glaseinschlüsse enthalten, welche, mit Gasbläschen versehen, zonal angeordnet sind. Die Farbe, mit welcher die Augite durchsichtig werden, ist meist eine schwach grünliche, dementsprechend ist fast gar kein Pleochroismus vorhanden; die Spaltbarkeit ist gut ausgeprägt. Sehr gut unterschieden vom Augit durch lebhaften Pleochroismus und tiefgrüne Färbung der Durchschnitte ist die weit spärlicher als jener vorkommende Hornblende Es sind meist nur Bruchstücke, welche sich an der Zusammensetzung des Tuffes betheiligen; bei manchen derselben ist eine randliche Umwandlung in Limonit zu bemerken, und zwar nur an jener Seite, welche einer Fläche des einstigen Krystalls entspricht, im Übrigen sind auch die Hornblenden frisch und unzersetzt. Zwillingsbildung mit Zwischenlamellen sind sowohl bei Hornblende als auch beim Augit häufig zu beobachten. Farblose bis schwach grünliche Lamellen von 0·1 bis 0·2 *mm* Länge sind wohl eher secundär gebildetem Muscovit als einem veränderten Biotit zuzurechnen; sie finden sich in dem chloritisch-kalkigen Zwischenmaterial der Krystallbruchstücke nicht selten vor.

Schon auf Grund der frischen Beschaffenheit der Augite musste man sich veranlasst sehen, den Tuff für denjenigen eines sehr jungen Eruptivgesteins zu halten; den Beweis für diese Annahme findet man indessen in den kleinen Bruchstückchen andesitischer Gesteinstypen, welche sich an der Zusammensetzung des Tuffes mitbetheiligt haben.

Unter diesen Gesteinsbruchstücken, deren Grösse selten 1 *mm*, meist nur wenige Zehntelmillimeter erreicht, herrschen nun, wie es den von Prof. Toula ermittelten Profilsverhältnissen entspricht, die Bruchstücke des Eruptivgesteins der Höhe (Syenitporphyr) vor, ja es ist nur selbstverständlich, dass eine ganze Reihe der im Profile unter Nr. 7 erwähnten Eruptivtuffe als eigentliche Porphyrtuffe anzusprechen sind.

Wen nun auch von dem bei Kriva Kruša gangförmig durch diese Schichtreihe setzenden Eruptivgesteine keine Proben zur Untersuchung vorliegen, so ist doch unser in Rede stehendes Tuffmaterial offenbar als ein Begleiter dieser jüngeren Gesteinsgänge dadurch charakterisirt, dass die Entwicklungstypen derselben als Splitterchen und Bruchstückchen in ihnen vorfindlich sind: es sind wahre, echte, der Andesitgruppe angehörende Fragmente neovulcanischer Eruptivgesteine.

Unter den Gesteinssplittern herrschen — und insbesondere sind es die kleineren, unter 0·5 *mm* messenden Bruchstückchen — zunächst

a) Theilchen des Orthophyrs mit den gerade auslöschenden idiomorphen Orthoklasen und mit Hornblendesäulchen, welche bis zu mikrolithischen Dimensionen herabsinken. Grundmasse, wie im Eruptivgestein. Sie entstammen den benachbarten Porphyrtuffen. Es finden sich wiederholt Anzeichen, dass eine weitergehende Zertrümmerung der Splitter auch noch im vorliegenden Tuffgestein stattgefunden habe, da sich

benachbarte Trümmer durch den Gehalt der einzelnen Stücke eines Mineralindividuums, z. B. eines Plagioklases als zusammengehörig erwiesen.

b) Theilchen einer Porphyr-Grundmasse felsitischer Art mit Contouren, welche muscheligen Bruch verrathen.

c) Andesit. In einer fast farblosen globulitenreichen Basis sind Lamellen von Plagioklas, zum Theile durch Umwandlung getrübt, zu einem regellosen Balkengewirre vereinigt. Als zweiter Bestandtheil tritt ebenfalls grossentheils säulenförmig, doch durch stärkere Licht- und Doppelbrechung, sowie durch eine grünliche Färbung unterschieden, Augit auf. Magnetit betheiligt sich sowohl in Körnern als auch in den bekannten, fadenförmig aneinandergereihten Krystallskeletten reichlich an der Zusammensetzung. Man könnte auch an die Zugehörigkeit des kleinen Splitters (0·5 *mm*) zu Feldspathbasalt denken. (Taf. I, Fig. 1.)

d) Ein grösserer Splitter (1 *mm*) ist Amphibol-Augit-Andesit.

Die Grundmasse führt ein farbloses Glas, das neben den nicht allzu reichlichen punktförmigen, dunklen und grünen Entglasungsproducten auch säulchenförmige grünliche Mikrolithe führt, welche wohl zu Amphibol gestellt werden können, infolge ihrer Ähnlichkeit mit den etwas grösseren Individuen der ersten Generation, die diesem Minerale angehören. Zahlreiche Feldspathlamellen sind in der Grundmasse enthalten und schwanken in der Grösse von mikrolithischen Dimensionen bis zu etwa 0·02—0·05 *mm* Länge. Die ganz kleinen Individuen sind kaum mehr als lamellar zu erkennen, sondern verrathen ihre Anwesenheit nur in unbestimmten Umrissen durch ihre Doppelbrechung. Auch kurz rectanguläre Feldspathe sind vorhanden.[1]

Die Plagioklas Einsprenglinge sind mit Interpositionen stark brechender Blättchen versehen, welche sich auch in den grösseren Grundmassefeldspathen erkennen lassen und secundär sein dürften. Zwillingsbildungen (Lamellirung) sind nicht bei allen zu constatiren; auch kein zonaler Bau.

Die Hornblende ist durch Pleochroismus und Querschnittsform bestimmt, ihre Maximalgrösse erreicht sie mit 0·2×0·05 *mm* Säulchendimensionen.

Häufiger kommt Augit vor; seine achteckigen Querschnitte, mit Spaltrissen versehen, charakterisiren ihn auch dann gut, wenn er in der Form schlankerer Säulchen der Hornblende recht ähnlich wird.

e) Glimmerandesit (Biotit-Augit-Andesit). Im vorhandenen Gesteinssplitter befinden sich an Einsprenglingen:

Biotit, 0·2 *mm*, ein frischer Krystall mit noch starker Absorption und Pleochroismus und nur wenigen Epidotlinsen zwischen den Lamellen, gleich daneben ein vollständig in reinen Chlorit umgewandelter Krystall.

Augit, 0·3 *mm*, aus drei verzwillingten Lamellen bestehend, frisch; Plagioklas, 0·1 *mm*, ziemlich reich an den lebhaft doppelbrechenden blättchenförmigen Einschlüssen.

Die Grundmasse ist durch Zirkel's Bezeichnung: „glasgetränkter Mikrolithenfilz" am besten charakterisirt. Das Glas ist farblos, aber von ungemein zahlreichen globulitischen Erzkörperchen erfüllt, welche es bei schwacher Vergrösserung grau bis braun erscheinen lassen. Es durchtränkt das Gewebe der reichlich vorhandenen Feldspathe, welche meist leistenförmig sind, eine durch gleichzeitiges Auslöschen benachbarter Gruppen ersichtliche stromförmige Vertheilung aufweisen, aber durch ihre gegenseitige Übereinanderlagerung und einen mit dem umgebenden Glase nahezu gleichen Brechungsindex recht unbestimmt in Contour treten. Auch hier sind die etwas grösseren Feldspathe der Grundmasse von den glimmerigen Einschlüssen (richtiger wohl Umwandlungsproducten) erfüllt. Neben den Feldspathen betheiligen sich auch kleine, grünliche, muthmasslich dem Augit zuzurechnende mikrolithische Säulchen an der Zusammensetzung der Grundmasse.

f) Hornblende-Andesit. Splitter 1 *mm* gross. Die Grundmasse ist ähnlich wie in dem in demselben Dünnschliffe vorkommenden Typus *d)*. Die idiomorphe Leistenform der Feldspathe ist deutlicher ausgeprägt

[1] Diese finden sich in einem ganz ähnlichen Splitter, worin jedoch nur Augiteinsprenglinge vorkommen, in sehr grosser Zahl vor, so dass sie über die Leisten vorherrschen. Alle haben die Glimmer-Interpositionen und leuchten in Folge dessen bei gekreuzten Nicols ganz besonders aus dem Gewebe der Grundmasse hervor.

als dort. Die Betheiligung der säulchenförmigen Hornblendemikrolithen an der Zusammensetzung der Grundmasse ist eine sehr lebhafte. Die Einsprenglinge der Hornblende sind grün und in einigen Querschnitten vertreten; als ihre Begrenzung konnten nur Säule und Längsfläche erkannt werden. Dimensionen des grössten Querschnittes: $0{\cdot}15 \times 0{\cdot}1$ *mm*, Pleochroismus und Spaltbarkeit deutlich. Neben den recht zahlreichen „Ferriten" der Grundmasse findet man auch die mantelförmigen Anlagerungen derselben an Hornblende sowie Resorptions-Pseudomorphosen derselben nach Säulchen dieses Minerals, deren Inneres zuweilen von Quarz erfüllt ist. Am Rande des Splitters wandert Chlorit in denselben ein.

Neben diesen, wenn dies an so kleinen Splittern überhaupt möglich ist, mit Sicherheit nachgewiesenen Gesteinstypen finden sich auch Anzeichen des Vorkommens feldspathfreier Gesteine. Namentlich erinnerte ein kleines Splitterchen, das im Allgemeinen mit dem unter *c*) skizzirten Andesite Ähnlichkeit besitzt, aber der Gegenwart ausgesprochenen Feldspathes ermangelt, an gewisse Typen von Basaltgrundmasse (z. B. des S. 25, [289]) beschriebenen Limburgit svon Gjusevo Nr. 12). Das „Balkengewirre" besteht aber statt aus den langen braunen Augitsäulchen aus Säulen und Nadeln eines lichtgrünen, faserigen Minerals mit schwachem Pleochroismus (wohl Hornblende). Als Zwischenmasse ist ein farbloses Glas vorhanden; Magnetitkörner, zum Theile als Einschluss in den Säulchen, sind reichlich gegenwärtig.

Aus diesen kurzen Andeutungen über die in dem Tuffe vertretenen Gesteinsrudimente mag ein beiläufiger Schluss auf die Art der von Prof. Toula entdeckten und im Profile verzeichneten gangförmig auftretenden Eruptivgesteine der Höhe immerhin gezogen werden können.

Ausser dem oben beschriebenen Tuffe finden sich noch einige andere Varietäten vor, welche sich makroskopisch wohl durch Farbe, Korngrösse etc. unterscheiden, mikroskopisch aber als sehr ähnlich zusammengesetzt erweisen. Als Übergang zwischen dem obigen dichten und dunklen und den hellgrün gefärbten sandigen Tuffen ist die

Var. *B* aufzufassen. Man kann sie als einen feinkörnigen Krystalltuff bezeichnen, dessen Bruchflächen viele kleine (kaum $^1/_2$ *mm* messende) Feldspaththeilchen zeigen, welche durch ihre Spaltbarkeit aus dem ziemlich dunklen Grün des Gesteins hervorleuchten. Dunkle Kryställchen sind viel weniger häufig wie im vorigen Gestein, welches jedoch an Härte von dieser Varietät übertroffen wird; auch mangelt der Calcit als secundäre Bildung (kein Brausen mit Säure). Die Durchsicht des Dünnschliffes ergab eine grössere Menge kleinerer Quarz-Splitter, viel Plagioklas und Hornblende (Augit erst in dritter Linie) in $0{\cdot}1$ bis $0{\cdot}3$*mm* messenden Krystallen und Bruchstücken derselben. Unter den Gesteinssplitterchen finden sich solche porphyritischen Charakters mit viel Plagioklaseinsprenglingen in einer fast mikrogranitisch aussehenden Grundmasse ohne farbige Einsprenglinge. Dem Mangel an Calcit entspricht das häufige Auftreten von Epidot.

Var. *C*. Als diese seien die „grünen tuffartigen Sandsteine" zusammengefasst, von denen Prof. Toula erwähnt, dass sie gerne in plattige Stücke zerfallen. Der Unterschied von gewöhnlichen Sandsteinen ist makroskopisch durch den auffallend grossen Feldspathgehalt und die reichliche Theilnahme eines licht pistaziengrün gefärbten zweiten Bestandtheiles gegeben. „Sandig" erscheinen diese Tuffe durch ihre im Vergleiche mit den vorigen Gesteinen etwas lockerere und poröse Structur. Ein weiteres gemeinsames Merkmal liegt in dem Mangel an Calcit (sie brausen mit Säure nicht). Dagegen wechselt das Mengenverhältniss der zwei Hauptbestandtheile: der Feldspathe einerseits und der Hornblende-Augitminerale andererseits, ohne dass jedoch das Vorwiegen der ersteren dabei irgendwo in Frage käme. Die plattigen Stücke sind die an Feldspathen reicheren, die unregelmässig brechenden mehr massig aussehenden Stücke dagegen weisen viele idiomorphe Augit- und Hornblendekryställchen auf, welche indessen selten 1 *mm* Grösse überschreiten.

Der von der plattigen Form hergestellte Dünnschliff ist überaus ähnlich dem der Var. *B*, wie sich denn auch diese beiden Varietäten in ihrem makroskopischen Aussehen mehr als in ihrer mikroskopischen Zusammensetzung von einander unterscheiden. Feldspathe beiderlei Art, Bruchstücke und ganze Kryställchen von Augit und Hornblende von ca. $0{\cdot}2$ *mm* Durchschnittsgrösse, zuweilen ein Quarzkorn, aber hier auch Quarz als secundäres Product, die übrigen Mineraltrümmer verbindend, sind das Material dieser Krystalltuffe. Ab und zu findet man auch Glimmerblättchen, solche, die noch den Pleochroismus des

Biotits zeigen, sowie auch ganz gebleichte, wie Muscovit aussehende. Auffallend ist hier jedoch eine eigenthümliche Art des Auftretens der Hornblende. Es finden sich zwischen den Krystallbruchstücken verworrene Aggregate von Fasern und Stengeln von grüner Farbe allenthalben häufig vor; sie zeigen den Pleochroismus deutlich und ähneln auch im Übrigen ganz und gar den Krystallstückchen, welche sich von demselben Mineral im Schliffe vorfinden. Dort, wo der Quarz secundär auftritt, enthält er kleine Feldspathsplitterchen; die Hornblendenadeln aber bilden büschelförmig in ihn hineinragende Krystallgruppen. Der vermuthete Epidot Gehalt fand sich nicht überall vor; in einem zweiten Schliffe aus einem grösseren Tuffstücke konnte seine reichliche Anwesenheit als secundäre Bildung aber nachgewiesen werden. Dort zeigt sich bei entschiedenem Vorwiegen der Hornblende der Augit in einer gegen sein sonst immer frisches Aussehen auffallenden Weise umgewandelt, und zwar auf Sprüngen, sowie auch randlich in Chlorit und Epidot.

Bezüglich der Natur der Feldspathe konnte auch hier aus der Kieselflusssäureprobe mit Bestimmtheit der Schluss auf die Anwesenheit von viel Orthoklas gezogen werden; immerhin lässt aber die optische Untersuchung des Dünnschliffes den Plagioklas dominiren. Über die Art desselben ergaben Schiefenmessungen im ermittelten Maximalbetrage von $15^1/_2°$ nur annähernden Aufschluss. Nach Michel-Lévy dürfte man an Oligoklase denken; eine Isolirung von Feldspathsplitterchen behufs Vornahme der chemischen Probe konnte ihrer Kleinheit halber leider nicht vorgenommen werden.

Unter den Gesteinssplittern finden sich allenthalben die gleichen oder ganz ähnliche Andesittypen, wie die in der Var. *A* gefundenen.

6. Porphyrittuff.

Cirkova.

Das Vorkommen liegt am Südfusse der Srednja Gora in unmittelbarer Nähe der oben besprochenen Tuffe. In Prof. Toula's Abhandlung[1] findet man die auf Grund der makroskopischen Untersuchung ausgesprochene vorläufige Annahme eines ursprünglichen, der Augit-Andesit- oder Diabasreihe angehörigen Eruptivgesteines, als welches sich unser Material auch im Profile (unter Nr. 19) und wechsellagernd mit schwarzen Schiefern der Sandsteinzone des Balkan (Neocom?) angegeben findet.

Die mikroskopische Untersuchung wies das Gestein alsbald in die Reihe der Krystalltuffe, und zwar in der Ausbildung von feinkörnigen, primären Eruptivmikrobreccien, deren Material im Gegensatze zu den Tuffen der Höhe hier vorwiegend aus Splittern der benachbarten Eruptivgesteine und erst in zweiter Linie aus losen Krystallen und Bruchstücken derselben zusammengesetzt ist.

Bezüglich der makroskopischen Beschaffenheit sei hier nur kurz hinzugefügt, dass die Structur im Allgemeinen ein wenig gröber ist, als diejenige der Tuffe der Höhe, dass man zwei Varietäten unterscheiden kann: eine dunkelgrüne, im Korne ganz gleichmässige, einen auffallend diorit- oder diabasähnlichen Habitus aufweisende Form (**Var. *A***) und eine etwas lichtere Varietät, welche gelbgrün gesprenkelt erscheint, von feinen Kalkspathadern durchzogen wird und ab und zu rothbraune, hornsteinartige Felsittrümmer enthält. (**Var. *B***.) Ausser Feldspathbruchflächen, worunter auch vielfach kleine Plagioklaskryställchen und Hornblendesäulchen von kaum 1 *mm* Grösse, sowie ab und zu Biotitblättchen, bemerkt man in beiden Varietäten nur noch selten verstreute Quarzkörner sowie Erz (Magnetit). Das Gestein ist zwar ziemlich leicht ritzbar, doch compact und fest, so dass es schwer hielt, dasselbe als Tuff anzusprechen, bevor nicht die Untersuchung des Dünnschliffes Gewissheit lieferte.

Unter dem Mikroskop, ja schon bei der makroskopischen Betrachtung des Dünnschliffs wich freilich jeder Zweifel. Die Korngrösse der einzelnen Theilchen beträgt etwa 0·1 bis 1 *mm*, im Durchschnitt einige Zehntel millimeter, doch können die beiden angegebenen Werthe noch nicht als Extreme gelten.

Die oben gewählte Benennung dieser Tuffe erfolgte auf Grund der in ihnen gefundenen Gesteinssplitter, und ist in ihrer Allgemeinheit nur ganz beiläufig zu nehmen.

[1] A. a. O. S. 18 und Profil S. 19, Figur 19.

Es kann ja ohnehin keinem Zweifel unterliegen, dass zahlreiche Übergangsformen der hier beschriebenen Typen an Ort und Stelle gesammelt werden können, insbesondere das eigentliche mesozoische (neocome) Eruptivgestein, dessen Material die vorliegenden Tuffe gebildet hat. Dabei ist als wesentlich hervorzuheben, dass der Gehalt an Orthoklas- sowie Felsittrümmern auf die Zugehörigkeit zu reinen Porphyrtuffen hinweist, welche auch das neocome Eruptivgestein der Höhe der Sredna Gora, unseren Syenitporphyr (Orthophyr Nr. 4) jedenfalls in grosser Ausdehnung, wie dies aus den beiden Profilen Prof. Toula's hervorgeht, begleiten.

Die Ähnlichkeit, namentlich der dunkelgrünen Varietät, mit Porphyr-, selbst Diabastuffen (etwa von Kaltwasser bei Raibl, respective von Sechshelden in Nassau) ist eine überaus grosse. Nicht nur makroskopisch sind die Stücke zum Verwechseln ähnlich, sondern auch ihre mikroskopische Beschaffenheit weist viele Analogien auf. Die von den beiden erwähnten Tuffen hergestellten Vergleichsschliffe liessen erkennen, dass unsere bulgarischen Tuffe mit ihnen zunächst das zuweilen ungemein reichliche Auftreten eines die ursprünglichen Gesteins- und Krystallfragmente verkittenden Bindemittels von meist blass-, zuweilen aber oliven- und spangrüner Farbe und geringer Härte gemein haben, das sich unter den weiteren Begriff „chloritische Substanz" (vielleicht auch zu dem Pinitoid Knop's [1]) einreihen lässt, und zum Theile von spathigem, zwillingsgestreiftem Calcit ersetzt wird. Eine Isolirung und chemische Untersuchung des Bindemittels konnte leider nicht ausgeführt werden, doch sprach der bei der Behandlung des Gesteinspulvers mit Kieselflusssäure zum Ausdruck gelangte hohe Mg- und Fe-Gehalt und die nur ganz geringe Menge der Alkalien — im Gegensatze zu der an dem Raibler und Nassauischen Gesteine beobachteten grösseren Menge derselben — eher für die Zuweisung zu Chlorit, welcher als Umwandlungsproduct der farbigen Gemengtheile ja so oft in denselben Schliffen zu constatiren war. Die oft reichliche Antheilnahme secundärer Epidotbildungen an diesem Zwischen- und Bindemittel der Krystall- und Gesteinsfragmente ist oft zu beobachten. Es bildet der Epidot dann eine ältere Randformation um die centralen, von nur ganz schwach doppeltbrechendem Chlorit erfüllten Räume.

Die infolge der Stoffwanderung eintretende Migrationsstructur fand sich nur im Nassauischen Diabastuffe, weniger ausgeprägt in den Raibler Tuffen und ist an einen reichlichen Gehalt an dem chloritischen Gemengtheil gebunden.

Bezüglich der Feldspathe unserer Cirkovaer Tuffe sei bemerkt, dass ausser den, durch den grossen K-Gehalt mancher Proben nachgewiesenen Orthoklas-Bruchstücken, ein sehr basischer Plagioklas vorhanden ist. Schiefenmaxima der Auslöschungen im Dünnschliffe wurden an der Substanz nach reinen Splittern mit 32 und 39° gemessen. Auch spricht der grosse Ca-Gehalt der „Bausch"-Analyse im Flusssäuretropfen für sehr anorthitreiche Glieder der Plagioklasreihe.

Als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen unseren und den Raibler Tuffen ist aber das reichliche Vorkommen von Augit und Hornblende, welches sie mit den Tuffen der Höhe gemeinsam haben, hervorzuheben. Analog wie in den letzteren sind auch hier wohlbegrenzte Krystalle, viel häufiger jedoch deren Bruchstücke vorhanden.

In Zwillingsstellung eingeschaltete Lamellen sind bei beiden Mineralien häufig; das Aussehen der Augite jedoch ist weniger frisch, wie in den Tuffen der Höhe, denn es findet sich allenthalben die auf Spaltflächen oder auch randlich erfolgende Umwandlung derselben in Chlorit.

Umsäumungen beider Mineralien durch Magnetitstäubchen sind sehr häufig.

Bei der näheren Untersuchung der Eruptivgesteinssplitter, welche sich an der Bildung unserer Tuffe betheiligen, wird man lebhaft an die von Tschermak [2] bezüglich mancher Varietäten der Raibler Tuffe ausgesprochene Vermuthung erinnert: es seien die dortigen dichten, grünen Tuffe (aphanitischen Tuffe) eher als die Tuffe eines Melaphyrs, denn als solche des Felsitporphyrs aufzufassen. Und wenn wir die Gesteins-

[1] Man vergl. Tschermak, Porphyrgesteine Österreichs, S. 155.

[2] Tschermak, a. a. O., S. 159.

typen suchen, welche unseren bulgarischen Tuffen eigenthümlich sind, so finden wir ebenfalls solche vom Charakter der basischen, mesozoischen Reihe in vorwiegender Anzahl vertreten. Einige davon seien besonders hervorgehoben:

a) ein, mehrere *mm* grosser Brocken in der Varietät *B* erlaubte die Herstellung eines separaten Schliffes. In einer schwer durchsichtig werdenden Grundmasse (einem Säulchen- und Fasergewirre von unbestimmten Umrissen, das zum grösseren Theile aus bereits veränderten Plagioklaslamellen zusammengesetzt und von grünlicher Glasmasse durchtränkt ist) befinden sich reichliche, stark umgewandelte und trüb gewordene Plagioklaseinsprenglinge (zum Theil rechteckig im Querschnitte bei wenig schiefer Auslöschung) und ebenso häufig Augite, von denen einige noch frisch, andere, meist die grösseren (über $^1/_2$ *mm*) Krystalle, aber central vollständig in Chlorit umgewandelt sind; nur am Rande ist noch unveränderte Augitsubstanz. Chlorit-erfüllte Räume finden sich auch häufig in der Grundmasse vor, wo keine Spur des ursprünglichen Krystalls mehr vorhanden ist. (Augitporphyrit.)

b) Aus demselben Handstücke wurde ein zweiter Splitter geschliffen; die Menge rechteckiger Plagioklas-Durchschnitte von etwa 0·1 bis 0·2 *mm* Länge übertraf die Menge der Grundmasse beträchtlich. Zahl und Beschaffenheit der Augite wie in *a*. (Augitporphyrit.)

c) Manche der rothbraunen, hornsteinartigen Splitterchen lassen schon im Handstücke Feldspathleistchen erkennen; im Schliffe finden sich scharf rectanguläre, ungestreifte, auffallend gerade auslöschende etwa 0·1—0·2 *mm* lange Durchschnitte derselben in einer durch grosse Mengen von Rotheisen braunroth gefärbten, mikrofelsitischen Grundmasse vor; zuweilen ist eine solche rothe Porphyr Grundmasse allein ohne Einsprenglinge in deutlich mikrokrystalliner Ausbildung vorhanden. Die an beiden Splitterarten vorgenommene Behandlung mit Kieselflusssäure ergab bei ersterem neben zahlreichen Eisenkrystallen auch viel Ca- und nur wenig Na-Gehalt; dagegen lösten sich von letzterem nur ganz geringe Mengen, fast wie bei reinem Hornstein, von welchem jedoch die Schmelzbarkeit der Splitter v. d. L. einen Unterschied liefert. Ein bestimmter Schluss ist somit auf die Art des Gesteins schwer zu ziehen. Der mangelnde K-Gehalt spricht für die Zugehörigkeit — wenigstens der idiomorphen Feldspath führenden Splitter — zu porphyritischen Grundmassen.

d) Lichte porphyritische Grundmassen, welche in einer mikrofelsitischen Basis zahlreiche, an den Enden gegabelte Plagioklasleisten führen, sind häufig. Als farbigen Einsprengling führen sie manchmal Augit. (Augitporphyrit.) Sie sind reich an secundärem Chlorit.

Alle bisherigen Gesteinssplitter fanden sich in der Var. *B*, deren im auffallenden Lichte grüngesprenkeltes Aussehen durch Anhäufungen von dichten Massen winziger Körner, die zum grossen Theile dem Epidot zuzurechnen sind, verursacht wird.

In der Var. *A* finden sich sehr häufig die reinen, stark schief auslöschenden und oft prächtig zonar gebauten Plagioklase, sowie sehr viel Hornblende. Unter den Splittern der Eruptivgesteine seien die folgenden besonders erwähnt:

e) In einer mikrofelsitischen, von graugrünen, kommaähnlichen Stäubchen dicht erfüllten, daher oft schwer durchsichtig werdenden Grundmasse sind verzwillingte Plagioklasleistchen, etwa 0·1 *mm* lang, zahlreich vorhanden; die mangelnden Einsprenglinge lassen nicht bestimmen, welcher Familie der Porphyrite die Splitter zuzuweisen sind; ihre Ähnlichkeit mit manchen Melaphyrgrundmassen (z. B. Semil-Czikwaska in Böhmen) ist gross; sie finden sich auch in der vorigen Varietät. Rechteckige, dann gerade auslöschende Feldspathe mit centralem Grundmasseeinschluss finden sich ebenfalls vor; auch secundärer Chlorit ist in dieser Grundmasse häufig, gleichsam Interstitien derselben ausfüllend.

f) Ein kryptokrystallinischer Nadelfilz enthält Plagioklas- und Hornblendeeinsprenglinge; letztere sind zum Theil in schönen sechsseitigen Querschnitten und frisch, zum Theil in der Art umgewandelt, dass in den Maschen eines den Umrissen und Spaltungslinien folgenden Chloritnetzes zahlreiche Magnetitkörner abgelagert sind. Manche der Hornblenden erscheinen wie zonenförmig mit einem, von ihren mikrolithischen Umwand-

lungsproducten erfüllten Hof der Grundmasse umgeben; sie dürften ursprünglich diese Räume ganz erfüllt haben und der jetzige Hornblenderest als Kern eines einst grösseren Krystalls aufzufassen sein. (Hornblendeporphyrit.) Die Splitter dieses Porphyrits sind recht häufig; sie kommen auch mit deutlich mikrokrystalliner Grundmasse aus allotrimorphen Feldspathquarztheilchen, sowie nur kleinen, säulenförmigen Hornblenden vor.

g) Ein kleiner etwa $^1/_3$ *mm* messender Splitter besteht aus einem fast reinen, olivengrünen Glase, dem sehr reichlich auffallend lange und schmale, fast trichitisch aussehende (zum Theil gebogene) Plagioklase in stromförmiger, nahezu paralleler Stellung eingelagert sind. Geringe Mengen eines stärker doppelbrechenden Minerals (Augit?) von der Farbe der Grundmasse leuchten aus dieser bei + Nicols heraus. Da Einsprenglinge fehlen, ist eine nähere Bestimmung des Gesteins, zu welchem diese schön hyalopilitische Grundmasse gehört, nicht durchzuführen. Auffallend ist das frische Aussehen, welches von dem der anderen Splitter stark differirt. Neben diesen Formentypen finden sich auch die Splitter des Augitporphyrits nicht selten; manche derselben sind ganz chloritisirt, nur die achteckigen Formen mancher Chloritnester weisen auf ehemaligen Augit hin.

7. Amphibolschiefer.

Sredinja Gora, Nordabhang bei Balabanli.

Im Querbruche erscheint das graugrüne Gestein feinkörnig und zeigt kaum eine Andeutung von schieferiger Structur. Diese erkennt man erst an der mehr weniger parallelen Lagerung der Hornblendesäulchen auf dem Hauptbruche, welchem die Abscheuerungsfläche des Geschiebestücks, das zur Untersuchung vorliegt, folgt.

Von den das Gestein zusammensetzenden Bestandtheilen wird makroskopisch nur die dunkelgrüne Hornblende in meist kaum 1 *mm* langen Krystallnadeln deutlich wahrgenommen. Ihre Grösse wächst indessen stellenweise auf 3 bis 7 *mm*, doch immer nur in vereinzelten Individuen. Von anderen farbigen Mineralen verrathen sich unter der Loupe nur Spuren von Biotit. Das weisse in etwa gleicher Menge wie die Hornblende vorkommende Mineral ist nur undeutlich individualisirt, erscheint meist dicht und weist nur selten Spuren von Spaltbarkeit auf, auch ist das Korn zu klein, um etwa Feldspath und Quarz unterscheiden zu können. Dagegen sieht man auf den Schieferungsflächen winzige Blättchen erglänzen, die gleichmässig, doch nicht allzu reichlich verstreut darauf vorkommen; es sind scheinbar secundär entstandene Muscovit-Schüppchen, die indessen den allgemeinen Habitus des dunklen Gesteins nicht zu verändern vermögen. Als accessorisch vorkommend sind nur sehr spärliche, kleine, punktförmige Pyrit-Krystalle zu erwähnen.

Unter dem Mikroskop fällt zunächst der Hauptbestandtheil, die Hornblende, ins Auge, deren meist unregelmässig begrenzte Individuen recht frisch erhalten sind und keinerlei Umwandlungserscheinungen erkennen lassen. Ihr Pleochroismus ist ein sehr lebhafter: hellgelblichgrün, blaugrün und olivengrün; überaus häufig ist die Zwillingsbildung nach der Querfläche zuweilen auch mit eingeschalteter Zwischenlamelle.

Das Centrum aller grösseren, sowie auch der meisten kleineren Krystalle enthält zahlreiche, überaus kleine Einschlüsse, die bei starker Vergrösserung zum Theil opakes Magnet- oder Titaneisen, zum Theil aber durchsichtige Körnchen von Titanit sind, wie ein Vergleich mit den im ganzen Gestein reichlich vertheilten Titaneisenpartikeln mit Leukoxenumrandung lehrt. Die meisten der Hornblendekrystalle sind randlich corrodirt und durch Streckung oder Knickung zerrissen oder zerbrochen; eine terminale Endigung konnte nirgends beobachtet werden, dagegen erscheinen viele der Säulchen am Rande wie ein unregelmässig abgebrochenes Stück Holz, wobei jedoch eine eigentliche Ausfaserung und die sonst so häufige „schilfige" Form der Hornblende nicht zu beobachten war.

Die anderen Gemengtheile, welche die Zwischenräume der Hornblenden ausfüllen, sind zu etwa gleichen Theilen Quarz und ein farbloses Glimmermineral, letzteres in einer gar nicht erwarteten Menge. Im polari-

sitten Lichte erkennt man allenthalben die aus einem unregelmässigen Gewirre von Schüppchen bestehenden Aggregate, welche in den Quarz hinein verlaufen, so dass man gezwungen ist, sie für älter als dieser und primär zu halten. Selten findet man Blättchen von 0·05 bis 0·15 *mm* Grösse, die Mehrzahl bleibt weit kleiner. Diesem optischen Befunde entspricht auch das Ergebniss der Mikroanalyse. Theile des weissen, dichten Bestandtheils, der sich somit als ein vorwiegend aus Muscovit-Schüppchen und Quarzkörnern (von durchschnittlich 0·2 *mm* Grösse) bestehendes Gemenge erwies, gaben mit Kieselflusssäure fast nur Krystalle des Kaliumsalzes; manche Proben aber auch solche von vorwiegendem Kieselfluornatrium neben Kalium, was wohl auf Rechnung beigemengter Natronfeldspathe gesetzt werden muss.

Ausser dem Kaliglimmer als vorherrschenden Bestandtheil beherbergt der Quarz aber auch sicher erkennbaren Epidot in kleinen Säulchen, sowie Apatit und das schon erwähnte Titaneisen mit Leukoxen; wahrscheinlich gehören stark lichtbrechende aber nur wenig doppelbrechende Säulchen und Körnchen, welche unter den zahlreichen Einschlüssen der Quarze ganze Häufchen formiren dem Zoisit an. Nur als Rarität fanden sich auch zwillingsgestreifte Plagioklase in kleinen, kaum 0·1 *mm* messenden unregelmässigen Körnern. Ihrer Menge nach waren sie zu untergeordnet, um etwa die Zuweisung des Gesteines zu Amphibolgneiss rechtfertigen zu können, wenngleich sie ihre Anwesenheit, wie oben bemerkt, auch bei der Analyse geltend machten. [1])

8. Granitit.

Srednja Gora bei Balabanli.

Das Gestein wird von Prof. Toula[2] als grobkörniger, lichter, glimmerarmer Granit erwähnt. Es liegt ein Handstück von mittlerer Korngrösse des im Bruche recht frisch erscheinenden Gesteines vor, dessen gelbliche Farbe ausnahmsweise einmal nicht von den Feldspathen, welche nur lichte Töne zeigen, sondern vom Quarze herrührt, der sich durchgehends schon makroskopisch als aus kleinkörnigen Aggregaten bestehend erweist, deren einzelne Theilchen, wie die Betrachtung des Dünnschliffes lehrt, durch ein zartes Limonithäutchen getrennt sind, wodurch dem Ganzen seine Farbe erwächst. Diese Zertrümmerung der Quarze ist eine sehr weitgehende, und zeigten sich besonders dort, wo nur schmale Zwischenräume zwischen den Feldspathen von Quarz ausgefüllt werden, millimetergrosse Partien desselben oft aus einer Mosaik von Hunderten in den verschiedensten Stellungen befindlichen Theilchen zusammengesetzt.

Feldspathe sind zweierlei vorhanden: eine ältere durch Umwandlung getrübte, wenig späthige, schwach grünlich gefärbte, vollkommen idiomorphe Art und eine ausgezeichnet spaltbare, frische und fast farblose jüngere Art, deren Individuen unter allen Bestandtheilen die grösste Korngrösse (5 *mm*) erreichen, ohne dem Gesteine indessen porphyrische Structur aufzuprägen. Die Untersuchung von Spaltblättchenschliffen dieses Feldspathes ergab seine zweifellose Mikroklin-Natur, welche sich auch im Dünnschliffe durch vielfache Gitterstructur verräth. Die getrübten, idiomorphen Feldspathe hingegen gehören einem Plagioklase an, dessen beobachtete Auslöschungsschiefen nur geringe Werthe (im Maximum 10°) erreichten. Die Umwandlung in Schüppchen von Muscovit, findet vielfach in zonarer Weise derart statt, dass die Mitte und hauptsächlich der Rand des Krystalls weniger angegriffen erscheinen, wodurch die Zwillingsstreifung in der Mehrzahl der Fälle noch gut erkennbar bleibt.

Der Menge nach betheiligen sich die genannten drei Bestandtheile in ziemlich gleichem Verhältnisse an der Zusammensetzung des Gesteins. Biotit ist nur wenig vorhanden. Er ist im Schliffe zum Theil noch unverändert mit seinen charakteristischen Eigenschaften erhalten, theilweise aber auch schon chloritisch umgewandelt.

Von accessorischen Bestandtheilen fanden sich — wiewohl nur minimal — Pyrit und Apatit.

[1]) Über das Vorkommen des Gesteines findet man das Nähere in Toula, l. c. S. 18 und im Profile S. 19, Fig. 19, Nr. 4 (Amphibolgneiss) angegeben.

[2]) A. a. O. S. 18 und im Profil Fig. 19, Nr. 2.

IV. Von Hainkiöi über den Hainkiöi-Pass nach Raikovci. (Zweite Balkan-Passage.)

9. Granitit.

Hainkioi.[1]

Var. *A*. Das Gestein ist mittelkörnig, von grünlicher Gesammtfärbung und recht frischem Aussehen. Es besteht aus reichlichem, wenig getrübtem Quarz, dessen Körner bis 5 *mm* Grösse erreichen, ferner zunächst aus einer grünen, im Bruche dicht erscheinenden, umgewandelten und weiters aus einer noch frischen, röthlichen, ausgezeichnet spathigen Feldspath-Art von geringerem Alter, welche zahlreiche Individuen der ersteren einschliesst, endlich aus Biotit und accessorisch auftretendem Pyrit.

Den grünen Feldspath erkennt man an der vielfach schon makroskopisch sichtbaren Zwillingsstreifung als einen Plagioklas, dessen Individuen nur selten über 2 *mm* gross werden. Die Untersuchung in Spaltblättchen parallel 010 ergab eine Auslöschungsschiefe von 14°, in einem anderen Bättchen (nach 001) ca. 2°; es liegt somit (auch die Maximalauslöschungsschiefen im Dünnschliff gingen über 16° nicht hinaus) ein albitreicher Oligoklas vor, womit die Boricky'sche Probe aufs beste übereinstimmt. In den stark in Epidot und Muscovit umgewandelten Oligoklasen ist der Kalkgehalt der Probe grösser. Seine Mikrostructur ist ganz ähnlich derjenigen des Plagioklases im Quarzglimmerdiorit von Tvardica (3. c. Die Körnchen und Säulchen von Epidot sind hier noch zahlreicher vorhanden. (Man vergl. Taf. I, Fig. 2, wo die Umwandlung der Plagioklase in Muscovit und Epidot deutlich zum Ausdruck kommt). Calcit hingegen tritt nicht als Umwandlungsproduct auf, da er weder optisch noch chemisch bei Behandlung des Pulvers mit HCl nachzuweisen war.

Der zweite Feldspath ist auch hier wieder Mikroklin, indessen fehlt ihm die Gitterstructur und war nur die charakteristische Auslöschungsschiefe der Spaltblättchen für die Bestimmung massgebend. Seine Substanz erscheint nur wenig durch beginnende Kaolinisirung getrübt; als allotrimorpher Gemengtheil umhüllen seine oft 1 *cm* grossen Individuen alle anderen Bestandtheile, sogar den Quarz, welcher darin nicht nur wie auf Spalten eingedrungen, sondern auch in idiomorpher Form ausgebildet erscheint. Sehr deutlich zeigt sich dies dort, wo dynamische Wirkungen eine Zertrümmerung der Mikroklinsubstanz an vorspringenden Ecken des Quarzes zur Folge hatten. Diesem selbst sind ebenfalls die Spuren grosser Druckkräfte eingeprägt, indem die grösseren Körner und zwar hauptsächlich an ihren Rändern durchwegs aus Aggregaten kleinerer Trümmer bestehen, hingegen dort, wo der Zusammenhang nicht gelöst wurde, überall undulöse Auslöschung aufweisen (bis über 12° bei einer Korngrösse von 2 *mm*).

In innigem Zusammenhange mit den Umwandlungserscheinungen der Plagioklase stehen die Veränderungen, denen der Biotit unterliegt. Auch bei diesem tritt Epidot als secundäres Product in grosser Menge auf, und zwar sowohl in Form zerstreuter linsenförmiger Häufchen ungemein kleinkörniger Aggregate zwischen den Glimmerlamellen, als auch in wohl individualisirter Form in Lamellen, welche parallel denjenigen des Glimmers gelegen sind, ja sogar als Ausfüllung von Spaltflächen im Plagioklase auftreten. Der Biotit hat vielfach seine braune Färbung und starke Absorption verloren und ist in voller Chloritisirung begriffen. In seiner Begleitung fand sich — doch nur untergeordnet — Amphibol vor.

Die ungefähr 1 *mm* grossen Pyrite sind wohl krystallisirt in den Combinationen (100).π(210).(111), mit Combinationsstreifung der Würfelflächen versehen und oberflächlich in Limonit umgewandelt, wie dies ihre Durchschnitte im Dünnschliffe sehr zierlich zeigen. Ausserdem treten als Accessoria — nach absteigendem Mengenverhältniss geordnet — noch Titanit, Apatit und Zirkon auf.

Var. *B*. Das zweite Handstück, welches von derselben Localität vorliegt, weicht in seinem Aussehen ziemlich erheblich von der ersten Varietät ab, indem die Umwandlung der Plagioklase noch weiter vorgeschritten ist und dieselben durch nahezu vollkommene Verwischung der Spaltbarkeit und Zwillingsstreifung, sowie durch das Hervortreten der neugebildeten Muscovit-Schüppchen ein sericitähnliches Aussehen

[1] Toula a. a. O. S. 23, Profil Tafel I, Fig. 2, Nr. 15.

annehmen. Beim ersten Anblick des graugrünen Gesteins ist man versucht, an gewisse regenerirte Granite oder selbst an Grauwacken (Eisenerz, Herrengrund) zu denken, doch ergibt die Betrachtung des Dünnschliffes sofort die holokrystalline Natur aller Gemengtheile, von denen gerade die zersetzten Plagioklase ihre noch durchwegs idiomorphen Formen am besten zeigen. Ihre Substanz ist jedoch nur mehr an wenigen Stellen rein genug, um ihre Natur auch optisch durch Zwillingsbildung und Auslöschungsschiefe feststellen zu können. Am häufigsten noch ist es ein ganz schmaler Randsaum, welcher sich scharf von den umgewandelten Centralpartien abgrenzt, der unverändert geblieben ist. An kleinen, in die Mikrokline eingelagerten Individuen konnte durch Messung der Auslöschungsschiefe die Identität ihrer ursprünglichen Zusammensetzung mit jener der Plagioklase des Nachbargesteins (Oligoklas) constatirt werden.

Die Mikrokline, welche auch hier den Orthoklas vollständig ersetzen, sind in zum Theil über 1 *cm* grossen, unregelmässig begrenzten Individuen von weisser bis röthlicher Farbe scheinbar porphyrisch ausgeschieden. Doch kann im vorliegenden Falle über deren Bildung im Sinne der von Rosenbusch [1] geschilderten Weise durch Ausfüllung von Drusenräumen, welche während der Krystallisation durch die dabei stattfindende Massenverdichtung entstehen, wohl kaum ein Zweifel obwalten, indem die sie umgebenden Bestandtheile, also namentlich die Plagioklase, aber auch der Quarz allenthalben mit ihren Ecken und Kanten in deren Masse hineinragen.

Ausser dem Mikroklin treten nesterweise auch kleinkörnige Aggregate weisser Plagioklase auf.

Im Spaltblättchenschliff nach 001 wurden die Mikrokline gut durchsichtig und erlaubten eine sichere Bestimmung durch Gitterstructur und Auslöschungsschiefe; auch die prismatische Spaltung trat deutlich hervor.

Der Quarz ist in grosser Menge vorhanden und erfüllt, ausgezeichnet allotrimorph, alle Zwischenräume zwischen den Feldspath- und Glimmerkrystallen; er tritt aber auch in grösseren Körnern auf, deren Mikrostructur vollkommen mit jener der Quarze des vorigen Gesteins übereinstimmt.

Der Biotit ist durchwegs in Chlorit umgewandelt; die gleichzeitig auftretende Epidotisirung erreicht jedoch nicht jenen Umfang, wie bei der ersten Varietät. Dagegen fand sich Calcit hauptsächlich an den Grenzen der Plagioklase in durch ihre Spaltbarkeit wohl charakterisirten Körnern häufig vor, wie schon durch das lebhafte Brausen abgeschlagener Splitter bei Behandlung mit verdünnter HCl zu erwarten stand. Accessorisch fanden sich noch Titanit und Zirkon vor, dagegen von Erzen sehr wenig.

V. Raikovci, —Čeperani—Belno vrh und über den Stankov Han nach Travna.

Auf dieser Route wurden keine krystallinischen Gesteine gesammelt.

VI. Travna Markovtok - Poljana Pisdica—Gjusevo—Kazanlik. (Dritte Balkan-Passage.)

10. Granitgneiss.

Selci-Gjusevo.

Var. *A*. Diese Varietät, welche von Prof. Toula anstehend gefunden wurde [2], ist im Allgemeinen feinkörnig von körnigstreifiger Structur und schliesst sich mehr an die „Lagengneisse" an, indem im Querbruch schmale (1 bis 2 *mm* und darunter) quarzreiche, dabei fast glimmerfreie Schichten mit glimmerreicheren abwechseln. Durch alle hindurch sind ziemlich gleichmässig die Feldspathe in ca. 2 bis 3 *mm* grossen weissen, selten ganz schwach röthlichen, meistentheils gut spaltbaren Krystallen verbreitet und verleihen durch ihre prädominirende Grösse dem Gesteine einen porphyrartigen Habitus. Auch eine sehr feldspathreiche Lage mit über 15 *mm* grossen Mikroklin-Augen, welche Quarz umschliessen, fand sich im Handstücke vor.

[1] Rosenbusch, Mikrosk. Physiographie, Bd. II, S. 39.

[2] Prof. Toula erwähnt dieses Gesteins als Plagioklas-Gneiss a. a. O. S. 29.

Schon bei der Betrachtung durch die Loupe erweisen viele der Feldspathe durch Zwillingsstreifung ihre trikline Natur. Von den Glimmermineralen ist in erster Linie der licht- bis pistazgrüne Chlorit zu nennen, welcher nur in ganz kleinen, aber zahlreichen Schüppchen vorkommt und dem ganzen Gestein seine lichtgrüne Farbe ertheilt. In einzelnen Lagen wird derselbe fast gänzlich durch braunschwarze Biotittäfelchen ersetzt, welche in einer derselben grösser (bis 1 *mm*) sind und 2 bis 3 *mm* grosse Amphibol-Krystalle enthalten.

Die optische Untersuchung der Feldspathe im Dünnschliff und in Spaltblättchen ergab vorherrschenden Orthoklas, welcher nicht nur in den feinkörnigen Partien neben Quarz den Hauptbestandtheil ausmacht, sondern auch die Mehrzahl der Augen bildet. Er ist durch Kaolinisirung allenthalben getrübt, doch kommt die Umwandlung in Muscovit ebenfalls recht häufig vor. Neben ihm, doch in weit geringerer Menge findet sich, auch in grösseren Krystallen Augen zusammensetzend, der Plagioklas. Seine Auslöschungsschiefe in basalen Spaltblättchen schwankt um 2° herum; Schiefenmaxima in symmetrisch auslöschenden Durchschnitten konnten in den beiden angefertigten Schliffen nur bis zu 14° gemessen werden. Es liegt daher jedenfalls einer der albitreichen Oligoklase vor, was auch durch die Bořický'sche Probe bestätigt wurde.

Die Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure ergab nämlich fast ausschliesslich deutliche grosse Krystalle von Na_2SiF_6, während die Ca-Krystalle nur in ganz kleinen Mengen und Grössen auftraten. Ein durch eine genauer gemessene basale Auslöschungsschiefe von 2°1 als etwa Ab_9An_1 bestimmter Oligoklas würde durch dieses Ergebniss der chemischen Analyse hart an die Grenze der Albite gerückt.

Der vorerwähnte Mikroklin war mikroskopisch gut charakterisirt, findet sich jedoch nur in der erwähnten Lage in grösserer Menge.

Bezüglich der anderen Bestandtheile sei erwähnt, dass der Chlorit durch seine rein grüne Farbe und die geringe Absorption von dem braunen bis braungrünen, in einzelnen grösseren Spaltblättchen die bekannten Rutileinschlüsse aufweisenden Biotit recht gut unterschieden ist. Seine Begleitung durch reichlich vorhandenen Epidot macht es aber wahrscheinlich, dass er aus dem Biotite entstanden ist, wenngleich eine der sonst so häufig zu beobachtenden partiellen Umwandlungen nicht vorhanden war; die linsenförmigen Aggregate secundärer Bildungen zwischen den einzelnen Lamellen sind aber in jedem einzelnen Schüppchen zu constatiren.

Von Accessorien fanden sich die peripherisch in Limonit verwandelten 0·1 bis 0·5 *mm* grossen Pyritkrystalle, sowie recht häufig Titanit und Apatit, endlich spärlich auch Zirkon.

Var. *B.* Das vorhandene kleine Stück dieses Gesteins nähert sich noch mehr dem Granithabitus wie die vorherige Varietät, indem der Hauptbruch ganz körnig aussieht und erst der Querbruch die körnig schuppige Structur erkennen lässt. Die Gesammtfarbe ist eine lichte und wird durch die weissen, kaum schwach röthlichen Feldspathe und den lichtgrünen Chlorit bestimmt. Der Quarz ist sehr reichlich vorhanden und verleiht in Folge des starken Zurücktretens des Glimmers dem Gesteine eine grosse Zähigkeit und Festigkeit. Die Korngrösse ist ziemlich gleichmässig 2 bis 3 *mm* mit wenig abweichenden Extremen.

Unter dem Mikroskop lassen sich auch hier dreierlei Feldspathe feststellen: Orthoklas, in glimmeriger Umwandlung stets mehr weniger getrübt; Mikroklin, schon makroskopisch an den frischen glasglänzenden Spaltungsflächen kenntlich und Oligoklas mit fast gerader Auslöschung in den basalen Schliffen. Letzterer ist nur sparsam und in geringerer Menge vertreten, wie in der vorigen Varietät. Der Quarz ist mit zahlreichen nahezu geradlinigen Zügen von Flüssigkeitseinschlüssen versehen. Beschaffenheit und Provenienz des grünen Chlorits sowie Accessoria: Apatit, Titanit und Zirkon wie in Var. *A.* Unveränderter Biotit konnte nicht mehr constatirt werden.

[1] Prof. Toula erwähnt dieses Gestein als Plagioklas-Gneiss, a. a. O. S. 29.

11. Granit.

Selci-Gjusevo. Oben anstehend.[1]

Das vorliegende kleine Stück ist von einer vorspringenden Ecke des anstehenden Gesteines abgeschlagen und in Folge dessen schon ziemlich verwittert. Es ist grobkörnig, von weisser bis gelblicher Färbung und von den Biotiten sowie ziemlich häufig auftretenden kleinen Erzpartikeln ausgehend, auf Haarrissen und Spalten mit Limonit imprägnirt.

An der Zusammensetzung betheiligen sich zunächst zwei Feldspatharten, von denen die eine gelblichweiss und trübe, aber noch gut spaltbar, die andere von frischem Aussehen und nahezu farblos ist. Erstere ist in den meisten Fällen Orthoklas, doch zeigte die Spaltblättchenuntersuchung ausser den gerade auslöschenden auch solche mit 14 bis 16° Auslöschungsschiefe also dem Mikroklin angehörende, welch letzterer auch alle farblosen Feldspathe umfasst. Übergänge zwischen beiden Ausbildungsformen des letzteren sind übrigens häufig anzutreffen.

Neben diesen vorherrschenden Feldspathen tritt noch ein rein weiss gefärbter Plagioklas auf, der im basalen Schliffe nur 2 bis 3° Auslöschungsschiefe zeigte, also jedenfalls Oligoklas ist. Das Gestein besteht ausserdem aus viel Quarz, wenig Biotit und blos minimalem Muscovit. Das in kleinen Häufchen winziger Körnchen auftretende Eisenerz ist stark magnetisch, zeigt jedoch bräunlichrothen Strich und dürfte somit als Titaneisen zu bezeichnen sein.

Die Untersuchung des Dünnschliffes ergibt das Vorwiegen des Mikroklins, der an vielen Stellen auch seine Gitterstructur aufweist. Die Orthoklase sind durch Kaolinisirung stark getrübt und oft nur in kleinen idiomorphen Individuen ausgebildet. Grössere derselben zeigten hie und da mikroperthitische Streifungserscheinungen. Die Oligoklase sind meist reichlich verzwillingt, so dass beispielsweise ein 0·5 *mm* breiter Schnitt circa 120 Lamellen aufwies. Die Quarzkörner zeigen die Druckmosaik und sind von Flüssigkeitseinschlüssen recht gleichmässig erfüllt. Alle Biotite sind chloritisch umgewandelt; neben und mit ihnen kommt auch der Muscovit vor, der ausserdem in der Form von Blättchen und Schüppchen die umgebenden Feldspathe häufig erfüllt, hier aber secundärer Natur ist.

Accessorisch fanden sich u. d. M. in sehr geringer Menge noch: Titanit, am Rande der Erzpartikel Aggregate ungemein kleiner Körnchen bildend; Calcit als undeutliches Körnerhaufwerk in dem Zersetzungsrayon der Biotite; endlich sehr sporadisch auch kleine Säulchen von Apatit.

12. Limburgit.

Oberhalb Gjusevo anstehend.

Nach Prof. Toula[2] tritt das Gestein gangförmig in Graniten auf. In dem vollkommenen dichten, schwarzen Gesteine von muscheligem bis splitterigem Bruche unterscheidet man makroskopisch nur den Olivin in Körnern und Krystallen, die zum Theil tafelförmig nach 010 (s. weiter unten) entwickelt sind. An einem 1·3 *mm* grossen Krystall wurde das ungewöhnliche Verhältniss von Dicke zur Breite wie 1 : 6 gemessen. Auch auf den braunen Verwitterungsflächen findet man Durchschnitte solcher Olivintafeln, die ebenso wie die anderen umgewandelten Olivine in ziegelrother Farbe hervortreten.

An einem beim Zerschlagen des Handstückes mit drei Flächen frei gewordenen Krystalle von 1·2 *mm* Grösse konnte eine wenigstens annähernde goniometrische Messung der betreffenden Flächen vorgenommen werden. Die den tafelförmigen Habitus bedingende Fläche (P) war von zwei anderen tautozonalen Flächenstreifchen (f_1 und f_2) begrenzt. Leider konnte bei der Messung nur auf den zerstreuten Reflex einer Flamme eingestellt werden, da die Krystallflächen sehr rauh waren und kein Spiegelbild lieferten.

---

[1] Man vergl. Prof. Toula's Profil, Taf. I, Fig. 3, Nr. 14, sowie S. 29.

[2] A. a. O. S. 29, Fig. 27. „Eine benachbarte Kuppe aus Basalt (nach E. Hussak) wurde von Pelz (Verhandl. der k. k. geol. R. Anstalt. 1883. S. 21 erwähnt."

Es ergaben sich als Normalenwinkel:

Zwischen Fläche f_1 und F:	40°	37′ 5	im Mittel	aus	8	Beobachtungen	der	1.	Beobachtungsreihe.
	40	59·0	„	„	„ 10	„	„	2.	„
f_2 und F:	42	2·0	„	„	„ 9	„	„	3.	„
	42	6·5	„	„	„ 12	„	„	4.	„
	42	8·0	„	„	„ 6	„	„	5.	„

Diese Winkel stimmen mit den neuerlich von M. Bauer[1] für Hyalosiderit genau ermittelten Werthen wenigstens so weit überein, um sagen zu können, dass die kleinen Flächen f_1 und f_2 dem Doma $K\,(2\breve{P}\infty, 021)$ und die grosse Fläche F der Längsfläche $T\,(\infty\breve{P}\infty, 010)$ entspricht. Ein kaum 0·5 *mm* grosser Splitter eines anderen Krystalls gestattete durch das Goniometer die Flächen der Säulenzone $n\,(\infty P, 110)$, $s\,(\infty\breve{P}2, 120)$ und abermals $T\,(\infty\breve{P}\infty, 010)$ zweifellos zu constatiren.

Vereinzelt treten auch grössere (5 *mm*) Krystalle von Olivin auf. Auch fand sich ein eben so grosser Krystall eines anderen Minerals vor, dessen Partikel bei mikroskopischer Untersuchung zweifellosen Hypersthen ergaben; die tafelförmigen Mikrolithe im Schliffe parallel zu 010 waren besonders charakteristisch ausgebildet. (Taf. II, Fig. 5.) Secundäre Einlagerungen von Zeolithen mit geringem Calcitgehalt finden sich im Gestein hie und da in der Richtung der Bruchflächen vor.

Das mikroskopische Bild zeigt ein fast durchwegs aus säulenförmigen Augiten bestehendes Grundgewebe, mit relativ geringem, gleichförmig vertheiltem Magnetit-Gehalt, in der sich auch kleine Olivine vorfinden. Letztere erscheinen jedoch unregelmässig begrenzt und sind wohl nur Bruchstücke der grösseren älteren Olivinkrystalle, welche porphyrisch ausgeschieden wurden. Die Augitsäulchen haben eine Länge von 0·1 bis 0·5 *mm*, bei einer Dicke von 0·01 bis 0·04 *mm*, ihre Farbe ist ziemlich intensiv braun und durch eine Spaltbarkeit, deren Trace je nach der Beobachtungsrichtung im Maximum 16° von der Normalen zur Säule abweicht, also der Basisfläche 001 entspricht, erscheinen sie vielfach wie quer gegliedert, eine derjenigen der Apatite recht ähnliche Erscheinung. Die Form der Säulenquerschnitte ist die gewöhnliche achtseitige der Augite; in denselben kann man trotz ihrer geringen Grösse ab und zu die prismatische Spaltbarkeit angedeutet finden, welche auch eine Längsstreifung vieler Säulchen bewirkt. Die Anordnung derselben ist zuweilen radial von einem Punkte ausstrahlend, auch kommen sehr hübsche Durchkreuzungszwillinge nach 101 vor; an einem derselben konnte sanduhrförmiger Aufbau des einen Individuums beobachtet werden.

Die gewöhnlichen kurzprismatischen Augitformen betheiligen sich nur untergeordnet an der Zusammensetzung der Grundmasse, als älterer porphyrisch ausgeschiedener Bestandtheil fehlen sie gänzlich; eine spärliche Vertretung finden sie durch oberwähnten Hypersthen. Ein licht gefärbtes Glas füllt die geringen Zwischenräume im Gewebe der Augitsäulchen aus; es ist erfüllt von Globuliten und enthält den Magnetit theils als Körner, theils als Krystallskelette in ungemein zarten gestrickten und federförmigen Formen.

Der Olivin ist in deutlichen im Dünnschliffe farblosen Krystallen in der Grundmasse porphyrisch ausgeschieden und zeigt als ältester Gemengtheil vielfache mechanische Deformationen in Form von Zerreissungen u. s. w. Manche Olivine enthalten das Grundgewebe als Einschluss in Gestalt des Wirthes, in vielen Olivinruinen dagegen bildet es das Ausfüllungsmaterial ganz unregelmässiger Corrosionsräume. Einige Olivine zeigen sich von einem Kranze vieler Augitindividuen umgeben. Auch im Dünnschliffe finden sich die Schnitte der tafelförmigen Krystalle, sie sind aber in der Minderzahl gegenüber denjenigen mit dem gewöhnlichen Habitus. Maschenstructur mit Serpentinisirung findet sich häufig, doch ist die Umwandlung keine beträchtliche.

Dagegen gewahrt man viele mit Calcit und Zeolithen ausgefüllte, meistens rundliche Hohlräume in der Grundmasse, welche von einem durch grösseren Magnetitgehalt etwas dunkler gefärbten Hofe derselben umgeben sind. Dort, wo die Augitsäulchen der Grundmasse in die Hohlräume hineinragen, erscheint jedes derselben in höchst zierlicher Weise von einer radialfasrigen Substanz (Natrolith?) eingehüllt, welche den ersten Überzug des Hohlraumes bildet; die übrige Ausfüllungsmasse ist körnig und durch die Spaltrisse grössten-

[1] M. Bauer: Krystallographische Studien am Hyalosiderit. Neues Jahrb. f. Min. 1887. S. 1.

theils als Calcit charakterisirt. Manche der Hohlraumausfüllungen sind grünlich und erweisen sich als isotrop; bei stärkerer Vergrösserung sieht man sie von einer staubähnlichen, doppeltbrechenden Substanz erfüllt, welche sich besonders dicht in einer zur Wandung parallelen Schichte vorfindet. Die Grösse dieser secundären Bildungen schwankt zwischen 0·1 *mm* und darunter bis 0·4 *mm*.

VII. Von Kazanlik über Šipka und den Šipka-Pass (Sveti Nikola) nach Gabrova. (Vierte Balkan-Passage.)

13. Diorit („Nadeldiorit.")

Karni dol.

Dieses Gestein ist in Prof. Toula's Abhandlung nicht erwähnt; es ist eines der im Bachgerölle gesammelten Stücke.[1] Das Gestein errinnert beim ersten Anblick lebhaft an die feinkörnigen Varietäten jener Teschenite, welche durch die langsäulenförmigen Krystalle der zuerst ausgeschiedenen Hornblenden und Augite einen so bezeichnenden Habitus aufweisen (Teufelsmühle bei Neutitschein etc.). Es liegt daher ein Vorkommen vor, welches jenen Dioriten analog ist, die Gümbel[2] mit dem Namen Nadeldiorite bezeichnet hat. Indessen ist zu bemerken, dass in unserem Falle die Hornblendenadeln (denn nur diese allein lassen sich an unserem Gesteine constatiren) nicht blos in der Weise, wie der von Gümbel gegebene Naturabdruck es zeigt, porphyrisch in einer aphanitischen Grundmasse liegen, sondern dass sie, in viel reichlicherer Menge entwickelt, den vollkommen idiomorphen prädominirenden Gesteinsbestandtheil bilden ohne eigentliche Porphyrstructur. Ein ganz richtiges Bild der Vertheilung zwischen Hornblende und Feldspathen erhält man aus der in Taf. I, Fig. 3 gegebenen Partie eines Dünnschliffes.

Diese Structur ändert sich aber in einem der Handstücke nach zwei Richtungen ab. Zunächst in der Weise, dass der weisse, feldspathführende Theil des Gesteins zu einem geringfügigen Cement der dicht aneinander liegenden Hornblendenadeln herabsinkt, anderseits aber dadurch, dass die Structur plötzlich sehr feinkörnig wird, und der farbige Gemengtheil durch Reduction seiner Längenausdehnung mehr isometrisch wird und sich mit dem Feldspath zu einer gleichmässig körnigen Ausbildung vereint. Auch in der erst erwähnten, etwas weniger feinkörnigen Ausbildungsform findet sich die letztere local an Stelle der Feldspathe als Zwischenfüllmasse zwischen den Hornblendenadeln vor. Diese sind schwarz, haben eine durchschnittliche Länge von 3 bis 5 *mm*, einige Zehntel bis im Maximum 1 *mm* Breite und sind hauptsächlich von den Prismenflächen (110) begrenzt, deren scharfe Kante nur wenig von der Längsfläche (010), — auch das Orthopinakoid (100) kommt vor, — abgestumpft wird, so dass die Querschnitte ihrer Mehrzahl nach Rhomben liefern. Das Aussehen ist recht frisch, die Spaltbarkeit deutlich ersichtlich. Unter der Loupe zeigen die Prismenflächen eine zarte Längsriefung. Auch der weisse Feldspath ist recht frisch; es zeigen sich jedoch nur wenige Bruchflächen, an denen einige Zwillingsstreifung ersichtlich wird, da viel häufiger die Negative herausgefallener Hornblendenadeln auf der Gesteinsbruchfläche erscheinen. Erst die mikroskopische Durchsicht liess ein Vorhandensein zweier Feldspathe erkennen: Vorherrschenden Plagioklas, dann aber auch Orthoklas in recht erheblicher Menge, so dass das Gestein geradezu auf eine Zwischenstufe zwischen Diorit und Syenit zu stellen wäre. Eine Spaltblättchenuntersuchung zur Feststellung der Feldspathe war zwar nicht durchführbar, da die Kleinheit der Individuen (unter 0·5 *mm*) es nicht erlaubte, Schliffe davon anzufertigen, doch ergab die Anwendung der Bořický'schen Probe auf verschiedene Splitter sowohl zweifellosen Orthoklas, als auch einen Plagioklas der Ca-ärmeren Reihe, was im Verein mit der Feststellung des Schiefenmaximums der symmetrischen Auslöschung im Dünnschliffe mit 18° auf einen Oligoklas schliessen lässt.

Der Substanz nach sind beide Feldspathe sehr rein; nur eine ganz schwache Trübung durch Kaolinisirung ist zu bemerken. Verwachsungen von Ortho- und Plagioklas, zum Theil mikroperthitischer Natur, sind nicht selten, wie ja auch einzelne der Splitterchen bei der Bořický'schen Probe sowohl K- als auch Na-Kieselfluoridkryställchen lieferten.

[1] A. a. O. S. 34 neben Arkosen, krystallinischen und grünen Schiefern.

[2] Ostbairisches Grenzgebirge, S. 349.

Die Hornblende wird unter dem Mikroskope mit grüner Farbe durchsichtig und lässt häufig zonaren Bau erkennen. Die an Spaltblättchen der Hornblende gemessene Auslöschungsschiefe beträgt 9—10°; Zwillinge nach 100 sind fast die Regel. An Einschlüssen beherbergt sie Erze (in, bei auffallendem Lichte weisslichen Leukoxen umgewandeltes Titaneisen und Magnetit) und den auch in den übrigen Bestandtheilen so überaus häufigen Apatit, der in schönen quergegliederten bis 0·7 *mm* langen Nadeln namentlich die Feldspathe durchsetzt. Trotz des frischen Aussehens der Hornblende lässt sich an manchen Krystallen der Beginn einer chloritischen Umwandlung beobachten, welch letzteres Mineral von seiner Bildungsstelle auswandert, und sich in lappenförmigen, hauchdünnen Schuppen und blättrigen Aggregaten auch in anderen Partien des Schliffes vorfindet.

Ausser dieser Neubildung von Chlorit ist auch die, namentlich in der gleichmässig körnigen Gesteinspartie, wo man ihn schon unter der Loupe gut erkennt, recht häufige Entstehung von Epidot hervorzuheben, der, in grösseren zusammenhängenden Ausscheidungen vorkommend, bei dem relativ guten Erhaltungszustande der Feldspathe wohl nur aus der Hornblende entstanden sein kann; es beweist dies auch sein häufiges Auftreten in den Chloritschuppen. Beachtenswerth ist ferner ein ziemlich gleichmässig vertheilter Gehalt an Calcit, welcher Interstitien füllend in deutlich durch Spaltbarkeit und Interferenzfarben charakterisirten Durchschnitten von 0·1—0·2 *mm* Grösse vorkommt. Er verräth seine Gegenwart auch beim Betupfen des Gesteins mit Säure.

Von primären Gemengtheilen war durch das Mikroskop noch Quarz nachzuweisen, der, auch gegen die Feldspathe allotrimorph, ab und zu in geringer Menge an der Zusammensetzung des Gesteines Antheil nimmt. Er beherbergt viele Flüssigkeitseinschlüsse, zum Theil mit beweglichen Bläschen, und findet sich ebenfalls in der feinkörnigen Gesteinspartie etwas häufiger vor, dieselbe dadurch den Hornblendegraniten näher rückend.

Vergleichsweise sei hervorgehoben, dass ein von Prof. Toula im Jahre 1875 gesammeltes Handstück, das die Bezeichnung: „Ganggestein Berkovica-Balkan, unterhalb der Karaula nahe der Passhöhe" trägt und von Niedzwiedzki[1] als Diorit beschrieben wurde, ganz ähnlich, ja mit der isometrisch-feinkörnigen Partie unseres Karni-dol-Gesteines fast identisch ist. Ein aus dem Berkovica-Diorit hergestellter Dünnschliff bestätigte dies vollkommen und gestattete auch die von Niedzwiedzki gemachten Angaben dahin zu erweitern, dass neben der Chloritisirung der Hornblende, welche hier sehr deutlich zu Tage tritt, auch die Neubildung von Epidot und Calcit stattfindet, dass die nur vermuthete trikline Natur der meisten Feldspathe durch ganz ausgesprochene Zwillingsstreifung zweifellos erwiesen wird, und dass endlich ein recht merklicher Quarz-Gehalt auch diesem Gesteine zukommt.

Von den auf der Šipkastrasse gesammelten krystallischen Schiefern seien die folgenden Typen hervorgehoben.

14. Quarz-Phyllit.

Šipka.

Var. *A*. Nach den von Prof. Toula angestellten barometrischen Messungen ist der genaue Fundpunkt dieses und des folgenden Gesteines an der Strasse auf den Pass 188 *m* oberhalb des Dorfes gelegen. Es handelt sich in dieser Varietät um den grauweissen Leucophyllit Prof. Toula's.[2] Die licht grünlichgraue Färbung ist eine Folge der sehr gleichmässigen Zusammensetzung aus Quarz und dem sericitisch aussehenden und reargirenden[3] Glimmer-Mineral. Das Gestein ist überaus dünnschiefrig, mit schwach wellig gefältelten Schieferungsflächen; ein etwa 1 *mm* dicker Splitter weist im Querbruch ungefähr 6—10maligen Wechsel der quarzhältigen Schichten mit den Glimmerhäutchen auf.

[1] Zur Kenntniss der Eruptivgesteine des westlichen Balkan, S. 16.

[2] A. a. O. S. 35. Im Profil Taf. I, Fig. 4 zwischen Nr. 23 und 22.

[3] Mit Kobaltsolution, wie von Prof. Toula bereits hervorgehoben wurde. V. d. L. brennt sich das Gestein weiss, ähnlich wie es die sericitischen Phyllite des Semmering thun.

Unter dem Mikroskop ist Quarz in meist unter 0·1 *mm* grossen Körnern als der weitaus vorherrschende Bestandtheil zu erkennen. Zu ihm gesellt sich schwach grünlich durchsichtiger Muscovit mit merklicher Absorption und Pleochroismus der quer gegen die Spaltbarkeit getroffenen Lamellen. Für die gleichzeitige Gegenwart von Chlorit spricht der Umstand, dass sich manche der Blättchen wie isotrop erweisen im starken Gegensatz zu den lebhaft polarisirenden Muscoviten. Auch der beim Glühen lufttrockener Splitter im Kölbchen auftretende starke Wassergehalt lässt auf die Anwesenheit dieses Minerals schliessen. Dagegen fehlen die Feldspathe fast vollständig; einzelne im Schliffe wie durch schwache Kaolinbildung getrübt erscheinende Körner sind nur Quarze, welche von zahlreichen, selbst bei stärkster Vergrösserung ungemein winzigen, in flächenartiger Anordnung vertheilten Einschlüssen erfüllt sind.

Sehr gut im Einklange mit diesem optischen Befunde steht das Ergebniss der Bořický'schen Probe, welche am Gesteinspulver vorgenommen wurde. Der weitaus grösste Theil bleibt auch bei wiederholter Behandlung mit den Säuretropfen ungelöst: Quarz. Unter den sehr spärlich gebildeten Kieselfluoridkryställchen herrschten die rhomboëdrischen Eisen- und Magnesiumsalze (aus dem Chlorit) sowie Kalium.

Accessorisch konnten im Dünnschliffe ausser Gruppen winziger Nädelchen (wahrscheinlich Rutil; die Brechungsverhältnisse konnten wegen zu grosser Dünne der Kryställchen nicht festgestellt werden) noch etwas Epidot, sowie Magnetit und ein bei schwacher Vergrösserung fast schwarz aussehendes, weil aus einem Körnchen-Aggregate bestehendes Mineral, vermuthlich Titanit.

Var. *B*. Aus derselben Höhe wie die erste Varietät stammend. Die gesammelten Handstücke sind den „lichten festen Bänken" entnommen, welche in den „grauweissen Leucophyllit" eingelagert sind (Toula). Der makroskopische Unterschied liegt zunächst in der Farbe, welche hier in Folge der Mineralgesellschaft Muscovit, Quarz eine rein weisse ist. Obgleich auch dieser Phyllit sehr dünnschiefrig ist, spaltet er doch beträchtlich weniger leicht, wie die vorige Varietät.

Die Untersuchung des nach dem Querbruche angefertigten Dünnschliffs lässt wieder ein fast gleichmässiges, die grosse Hauptmasse des Gesteines bildendes Gefüge von durchschnittlich 0·1 *mm* grossen Quarzkörnern erkennen, durch das sich die Glimmermembrane in etwa 0·1 bis 0·3 *mm* Distanz von einander wellenförmig, und durch Zwischenhäutchen oft verbunden hindurchziehen. Auch hier sind manche der Quarzkörnchen durch massenhafte Einschlüsse getrübt und ähneln einem kaolinisirenden Feldspath; indessen ergab die Untersuchung mit starken Trockensystemen (Nr. 7 und Nr. 8 Reichert), dass es ganz analog wie in einer das Handstück durchziehenden Quarzader nur Schwärme von Flüssigkeitseinschlüssen sind, welche die Trübung verursachen; in grösseren von ihnen konnte nämlich ein Gasbläschen unterschieden werden. Auch ist keine Spur von Spaltbarkeit vorhanden.

Diesen Mangel an Feldspath haben beide Varietäten gemein, welche auch mikrochemisch fast identische Reactionen geben: Von Alkalien nur ganz wenig Kaliumsalzwürfelchen (aus dem Muscovit), dazu einige Eisensalzrhomboëderchen, die hier wohl nur dem auf Klüften des Gesteins zusitzenden Limonit entstammen; die weitaus überwiegende Hauptmasse des Probepulvers bleibt ungelöst.

Unter dem Mikroskop vermisst man ferner den Chlorit der vorigen Varietät, dem entsprechend ist auch im Glaskölbchen kein Wasserbeschlag zu erhalten; die Aluminium-Reaction des Glimmers gelingt auch an Splittern dieses Phyllits sehr gut. Farbe und Absorptionsverhältnisse des Glimmers wie im vorigen Gestein. In einem zweiten Handstücke sind ab und zu ganz kleine bläulichgrüne Pünktchen zu bemerken (etwa von $^1/_3$ *mm* Durchmesser), welche auf den ersten Anblick für Cyanit gehalten werden könnten.[1] Eine nähere Untersuchung ergibt, dass man es mit kleinen wie concretionär auftretenden Putzen von tiefer grün gefärbtem Glimmer zu thun hat (man ist versucht etwa an Fuchsit zu denken), welcher sich unter der Messerspitze ganz leicht in feine Schüppchen zerreiben, und höchstens eine Pseudomorphose nach obigem Material als möglich erscheinen lässt. Das Gestein ist sehr arm an accessorischen Bestandtheilen.

[1] Vielleicht war dies Ursache, dass Pelz diese Gesteine auf seinem Profile des Sipka-Passes (Verhandl. d. geol. R.-A. 1883, S. 121) als „Granulit" verzeichnet.

15. Glimmerarmer Gneiss.

Šipka.

Kaum 10 *m* über den Quarzphylliten (195 *m* über dem Dorfe) treten bereits deutlich feldspathführende Gesteine auf, welche als glimmerarme Gneisse zu bezeichnen sind. Der Structur nach hat man es mit körnig-schuppigen Gneissen zu thun. Noch immer wiegt der Quarz ganz beträchtlich vor und erscheint makroskopisch farblos bis weiss und in fein zuckerkörnige Aggregate aufgelöst. Der Feldspath erscheint zum Theil weiss und kaolinisirt, zum Theil ganz farblos mit schön spathigen Flächen. Spärlich, aber allenthalben sind Muscovit-Schüppchen zu bemerken und auf den nicht sonderlich gut ausgeprägten Schieferungsflächen infiltrirt Limonit.

Die mit Feldspathpartikelchen angestellte Bořický'sche Probe ergab sicheren, reinen Kalifeldspath.

Unter dem Mikroskop lässt sich bei schwacher Vergrösserung der Gehalt an Feldspathen auf $^1/_4$ des Quarzgehaltes schätzen. Es kommt sowohl Orthoklas, als Mikroklin vor, dessen Gitterstructur oft und deutlich sichtbar wird. Die Umwandlung beider geht in dem zum Dünnschliffe verwendeten Material über ein schwaches Kaolinisiren nicht hinaus, es finden sich aber in nächster Nachbarschaft Gesteine, deren gänzlich umgewandelte Feldspathe durch Ausschlämmung entfernt worden sind, und welche in Folge dessen eine lockere, schwammartige Structur erhalten haben, indem nur das wahrhaftige Kieselskelett des Gneisses nebst den spärlichen Glimmerzügen übrig blieb.

Über die Beschaffenheit der Feldspathe sei noch bemerkt, dass sie, während die Quarze in kleine, kaum 0·1—0·2 *mm* messende Körner aufgelöst sind, meist nur eine randliche Zerreibung, hie und da wohl auch eine Zerstückelung in nahe bei einander liegende Trümmer, und undulöses Auslöschen aufweisen. Ihre Grösse steigt bis 2 *mm*, beträgt im Durchschnitte aber viel weniger; manche Individuen beherbergen reichliche Einschlüsse von Rotheisen, welches auch gerne den spärlichen Glimmerzügen folgt und Anlass zur Limonitbildung liefert. Der Muscovit ist ganz farblos und überall in einzelnen Schüppchen im Quarz zerstreut; nur selten vereinigt sich ein Schwarm derselben zu einer dünnen Membran. Mehr accessorisch, denn als charakteristischer Bestandtheil kommen tiefer grün gefärbte Glimmerputzen vor, welche deutlichen Pleochroismus zeigen; man wird es dabei mit verändertem Biotit zu thun haben.

Immerhin ist das Gestein so glimmerarm, dass es unter den Gneissen eine analoge Stelle wie die Aplite bei den Graniten einnehmen würde. Die Bezeichnung „Leptinit"[2], welche in der Bedeutung eines glimmerfreien respective glimmerarmen Gneisses für unser Gestein recht zutreffend wäre, ist zu sehr an den Begriff des granatführenden und feldspathreichen Granulites (französisch „Leptynite") geknüpft, von dem sich unser Vorkommen doch wesentlich unterscheidet, denn abgesehen vom Mikroklin finden sich darin weder ein Plagioklas noch Granat, und auch andere Accessorien kommen — selbst mikroskopisch — kaum vor.

Weiter oben (280 *m* über dem Dorfe) steht ein noch ganz ähnlicher Gneiss an. Bei der rein weissen Farbe dieses Vorkommens fühlt man sich versucht, an Albitgneiss zu denken, doch wies die Kieselflusssäureprobe allen Feldspath dem Kali-Feldspath zu. Derselbe ist hier etwas häufiger (etwa $^1/_3$—$^1/_2$ der Quarzmenge), auch ist manches Quarzkorn in seiner ursprünglichen Grösse (ca. 2 *mm*) erhalten geblieben. Die mikroskopische Charakteristik ist wie beim vorhergehenden Gesteine.

Mikroklin ist sehr häufig; hier findet auch die Umwandlung der Feldspathe in Glimmer statt. Zerstreut und selten finden sich Putzen des Muscovits vor (wie im Quarzphyllit Var. *B*), welche licht apfelgrün gefärbt, und deutlich, wenn auch nicht stark pleochroitisch sind. Der Glimmer legt sich auch mantelförmig um die Mikrokline herum.

Von Accessorien seien seltene, 0·05 *mm* grosse Kryställchen eines Minerals der Rutil-Zirkongruppe erwähnt.

---

[2] Man vergl. Roth, Chem. Geologie, Bd. II, S. 395.

16. Chlorit- (Epidot-, Oligoklas-) Gneiss.

Aufstieg zum Šipka-Pass (Südseite).

Das Gestein steht „beim Brunnen", 425 *m* über dem Dorfe Šipka an. Man hat es mit dem im Profile[1] mit Nr. 18 bezeichneten Gesteine zu thun, welches von Prof. Toula[2] als „Grünschiefer, die recht lebhaft an die Semmeringgesteine aus der Gegend von Payerbach erinnern" angegeben wird.

Makroskopisch erhält man von dem grünen, weichen (mit dem Fingernagel ritzbaren) Gesteine den Eindruck eines dichten Chloritschiefers. Unter der Loupe erkennt man aber schon deutlich die reichliche Antheilnahme licht gefärbter Minerale an der Zusammensetzung desselben. Manche der Schieferungsflächen sind mit Gruppen 1—2 *mm* grosser, in Limonit umgewandelter Pyritwürfel reich versehen.

Der nach dem Querbruche angefertigte Schliff liess unter dem Mikroskope einen typischen Chloritgneiss erkennen, mit wesentlichem Gehalt an Epidot, welcher in reichlich durch das ganze Gestein verstreuten Körnern von 0·01 bis 0·05 *mm* Grösse und Gruppen derselben vorkommt.

Der Chlorit ist in typischer, blättrig schuppiger Ausbildungsform vorhanden und bildet als der vorherrschendste Bestandtheil des Gesteins dessen grössere Hälfte. Die schwachen, bläulichen Polarisationsfarben charakterisiren ihn optisch auf das beste; es ist übrigens auch sehr deutlicher Pleochroismus vorhanden: in der Richtung der Lamellen in lichtes Gelbgrün, senkrecht dazu seladongrün.

Nur die Maschen der vielfach in einander verlaufenden Chloritzüge, deren Schuppen etwa 0·10 *mm* durchschnittliche Länge erreichen, sind mit den farblosen Mineralen: Quarz und Plagioklas erfüllt. Beide werden im gleichen Grade durchsichtig und enthalten als Einschlüsse bloss zahlreich Schüppchen des Chlorits. Messungen symmetrischer Auslöschungsschiefen der nur in wenigen Lamellen verzwillingten Plagioklase ergaben einen Maximalwerth von $16^1/_2°$, was ebenso für die Zugehörigkeit zu Oligoklas spricht, wie das zahlreiche Vorkommen der Krystalle des Natriumsalzes bei der am Gesteinssplitter vorgenommenen Bořický'schen Probe. Dagegen war Kalium auch nicht in Spuren vorhanden, was die Anwesenheit von Orthoklas ausschliesst. Die Menge des Oligoklas ist recht gross und überwiegt diejenige des Quarzes. An Accessorien ist das Gestein sehr arm; selbst der sonst so häufige Magnetit ist im Dünnschliffe kaum aufzufinden.

17. Amphibol-Gneiss.

Aufstieg zum Šipka-Pass (Südseite).

Ein anderes der grünen Gesteine ist das von Prof. Toula als Epidotgneiss angeführte Vorkommen, das neben den graphitischen Kieselschiefern (Nr. 19 des Profils) in 311 *m* Höhe über dem Dorfe angetroffen wurde. Es ist ein weiches, zerquetschtes in vielfacher Umwandlung begriffenes Gestein, das makroskopisch besonders durch die sehr zahlreich vorhandenen Gruppen pistaziengrüner, verquetschter Büschel eines stengeligen bis fasrigen Minerals auffällt, welches man dem Aussehen nach recht gut als Epidot ansprechen könnte. Dieses Mineral ist in der lichten, gelbgrünen, dichten, wie sericitisch aussehenden übrigen Gesteinsmasse in 1—3 *mm* grossen Putzen und Flasern enthalten.

Die mikroskopische Betrachtung der Schliffe zeigt das epidotähnliche Mineral aber als jene uralitische fasrige Form der Hornblende, welche in verschiedenen Entwicklungsstadien in den Uralitdiabasen des Baches von Mazalat (Nr. 18; man vergl. folgende Seite) angetroffen wurde.

In sehr bezeichnender Weise liegt hier ein weiterer Typus dieser Gesteine nach der Seite der Amphibolite hin vor, und bei der entschieden schiefrigen Structur sowie der Gegenwart von Quarz und Plagioklas ist dieses Vorkommen zu den Amphibolgneissen zu stellen.

[1] A. a. O. Taf. I, Fig. 4.
[2] Ebenda S. 35.

Die Umwandlung der durch ihre Spaltbarkeit in Querschnitten bestens charakterisirten, im Dünnschliffe nur sehr lichtgrün gefärbten und demgemäss wenig pleochroitischen Uralit-Hornblende in Chlorit ist optisch an sehr vielen Stellen wahrnehmbar, sowie chemisch durch den starken Wassergehalt der Probe im Kölbchen erwiesen. Gewisse Stellen des Gesteins erhalten dadurch mehr den Charakter eines Chloritschiefers, während die amphibolfreien Zwischenräume einem dichten (sericitischen) Muscovitgneiss ähnlich werden.

Der im vorigen Gesteine enthaltene Epidot findet sich auch hier in derselben Ausbildungsform (Gruppen kleiner, mikroskopischer Körnchen) wieder.

Die farblosen Gesteinsbestandtheile sind weniger gut, wie dort charakterisirt; besonders der Plagioklas ist vornehmlich erst durch den grossen Natriumgehalt der Kieselflusssäure-Probe und nur hie und da durch zwillingslamellirte Durchschnitte sichergestellt. Spuren von Kalium in der Probe dürften nur aus dem Muscovit stammen und weniger auf einen geringen Orthoklasgehalt schliessen lassen.

Accessorisch sind Magnetit und Apatit, secundär Limonit anzutreffen.

VIII. Von Gabrova über die Gurnovo Mogila nach Todorci und über die Kurita-Höhe und die Patareštica nach Sofilari. (Fünfte Balkan-Passage.)

Auf dieser Route wurden keine krystallinischen Gesteine gesammelt.

IX. Von Sofilari nach Kalofer und über den Rosalita-Pass und den Mara Gidjuk-Sattel nach Novoselo. (Sechste Balkan-Passage.)

Auch der beiden folgenden Gesteine geschieht in Prof. Toula's Arbeit keine specielle Erwähnung. Es musste erst die mikroskopische Untersuchung vorgenommen werden, um an die Stelle der „aphanitischen Andesite" u. s. f. [1] bestimmte Gesteinstypen setzen zu können.

18. Uralit-Diabas.

Bach von Mazalat.

Var. *A.* (Epidiorit Gümbel.) Einige Geschiebebruchstücke zeigen sich zu fast gleichen Theilen aus einem lichtgrünen Mineral der Augit-Amphibolgruppe und einem lichtgrauen, dicht erscheinenden Feldspathgemengtheil zusammengesetzt. In Folge der im Allgemeinen feinkörnigen Structur erscheint das ganze Gestein in graulichgrüner Färbung, während ihm die makroskopische Beschaffenheit der Bestandtheile einen gabbroähnlichen Habitus verleiht.

Der saussuritisch aussehende, vielfach umgewandelte Feldspath weist fast nirgends Spaltungsflächen auf. Seine unregelmässigen matten Bruchflächen erreichen nicht selten Dimensionen, welche über die mittlere Korngrösse von beiläufig 1 *mm* hinausgehen; an einem solchen 3—4 *mm* grossen Krystall konnten unter der Loupe Spuren einer verwischten Zwillingsstructur bemerkt werden. Trotz der Veränderung seiner ursprünglichen Substanz ist die Härte dieses Feldspaths intact geblieben, da bei Ritzversuchen mit einer Nadelspitze Stahltheilchen an der betreffenden Stelle haften bleiben.

Im Gegensatze dazu ist das grüne Mineral recht weich (ca. 3 nach Mohs) geworden. Es ist in glänzenden, parallelfasrig erscheinenden, millimetergrossen kurzen Stengelchen und Säulchen entwickelt, doch ist es trotz der guten Spaltbarkeit auch unter der Loupe ungemein schwer, einen deutbaren Spaltungswinkel festzustellen, der eine zweifellose Bestimmung ermöglichen würde. Nach Farbe, Härte und scheinbarem Vorwalten nur einer Spaltungsrichtung ist man versucht, an Diallag zu denken und das Gestein in die Gabbrofamilie zu stellen. Es gelang indessen wenigstens an einem Krystalle durch eine wohl rohe, aber doch annähernde goniometrische Messung (durch Einstellen des Lichtreflexes vom Fenster) an dem auf dem Object-Drehtische des

[1] S. 42.

Mikroskopes in passender Stellung befestigten Gesteinsstücke den Betrag des Hornblende-Spaltungswinkels nachzuweisen.

Weitere Bestandtheile konnten — auch unter der Loupe — nicht vorgefunden werden.

Unter dem Mikroskope erhält man fürs erste den Eindruck, als läge zwar eine hypidiomorph-körnige, aber nicht die diabasisch-körnige (ophitische) Structur vor, da das grüne Mineral meist in idiomorphen Durchschnitten vorkommt, welche im Allgemeinen die Begrenzungselemente des Augits oder der Hornblende zeigen. Für Augit oder wenigstens die Herkunft aus Augit spricht der Umstand, dass ein Durchkreuzungszwilling nach dem Hemidoma $-P\infty(101)$ beobachtet werden konnte, dagegen fanden sich achtseitige Säulenquerschnitte nicht vor. Dass es wirklich Hornblende, und zwar die uralitische Form derselben sei, ersieht man aus dem wiederholt, wenn auch durch die weitgehenden Umwandlungserscheinungen etwas schwierig erkennbaren Spaltungswinkel. Diese uralitische Zerfaserung der Durchschnitte ist eine sehr weitgehende; ausserdem ist aber eine Umwandlung in eine grünliche, chloritische, aus schwach doppelbrechenden Fäserchen bestehende Substanz fast in jedem Krystalle zu constatiren. Die veränderten Partien liegen meist in der Mitte und sind von zackigen Umrissen, wie sie der Theilbarkeit des gesunden Minerals entsprechen. Dabei sind die Interferenzfarben des Letzteren in Folge der nur ganz blassgrünen Eigenfarbe der Durchschnitte überaus lebhaft, an jene des Augits erinnernd, doch konnte nirgends dieser selbst, auch nicht mehr als Rest aufgefunden werden, um etwa die Annahme, das Gestein sei zu den Uralitdiabasen zu stellen, ohne weiters zu erweisen.

Ein von Niedzwiedzki[1] aus der Iskerschlucht bei Iliseina ($5^h\ 10^m$) beschriebener Diabas zeigt ganz dieselben Umwandlungen der ehemaligen Augite, nur ist dort einerseits der Übergangsprocess der Uralitfasern in das feinfasrige, grüne Aggregat viel weiter fortgeschritten, und nur mehr einzelne Splitterchen der stark doppelbrechenden Uralitsubstanz leuchten aus dem Fasergewebe hervor, während andererseits ganz frische, gar nicht veränderte Augite die diabasische Natur des Gesteins ausser Frage stellen.

In unserem Gesteine ist eines jener Vorkommnisse gegeben, für welche die Kriterien des Gümbel'schen Epidiorits Anwendung finden[2]; erst eine eingehende Untersuchung des Verhaltens der Feldspathe gegenüber den Uraliten führte zur Constatirung zweifelloser Fälle von Idiomorphie der in leistenförmigen Individuen von ca. 0·6 *mm* Länge bei etwa 0·15 *mm* Breite entwickelten Plagioklase gegen die als primäres Mineral der Uralite vorhanden gewesenen Augite. Durch die Uralitisirung der Letzteren trat nun zugleich jene Substanzwanderung ein, welche die einzelnen Säulchen und Fasern des neugebildeten Hornblendeminerals oder manchmal radial gebaute Gruppen derselben in die Feldspathe selbst eindringen liess, an deren saussuritischer Umwandlung sie mit theilnehmen. Diese ist namentlich in den oben erwähnten grösseren Feldspathkörnern, denen die Leistenform mangelt, deutlich ausgeprägt. Neben der Glimmerbildung, zu der sich ab und zu Epidot gesellt, ist es vornehmlich ein stark licht- und wenig doppelbrechendes farbloses Mineral, wohl Zoisit, das als Neubildung in der Form von bis 0·1 *mm* grossen Körnchen und Säulchen die Plagioklase durchschwärmt, ja bis zur Undurchsichtigkeit erfüllt. Auch das farblose quarzähnliche Mineral, das als Albit angesprochen wird,[3] fand sich zuweilen vor, einmal als Zwischenfüllmaterial zwischen drei Plagioklaslamellen, neben der chloritischen Umwandlungssubstanz der Uralite. Ein sicherer Schluss auf die Art des Plagioklases konnte in Folge der vielfachen Umwandlungsvorgänge mikrochemisch mittels der Boricky-Probe nicht, optisch durch Messung der symmetrischen Auslöschungsschiefen an den leistenförmigen Individuen in den Dünnschliffen nur insoweit vorgenommen werden, als die spärlichen, genügend durchsichtigen Lamellen eine Messung zuliessen. In drei Dünnschliffen wurden 16 Lamellen geprüft; die Schiefen lieferten Werthe zwischen 8° und 17°5. Das Minimum spricht für einen Labradorit, während das gemessene Maximum lange nicht den von Michel-Lévy angegebenen Werth erreicht.

---

[1] A. a. O. S. 29.

[2] Gümbel, Die palaolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. München 1874, S. 10 und Rosenbusch, II, 201.

[3] Rosenbusch, II, S. 136.

Erzpartikel kommen von winzigen Dimensionen bis zu 0·2 *mm* Grösse recht reichlich vor; alle hatten den weissen — auch von Gümbel[1] als begleitend erwähnten — Rand von Leukoxen, welcher für die Zugehörigkeit zu Titaneisen spricht.

Var. *B.* Ein gleichmässig feines Korn, eine tiefgrüne Farbe und leichte Hinneigung zur Schieferstructur, sowie das Auftreten von Pyrit bilden die makroskopisch unterscheidenden Merkmale von der oben beschriebenen Varietät.

Die Uralite sind auch hier weich und der dunkler gefärbte Bestandtheil, allein es ist ihnen in diesem Falle ein satter, an pistaziengrün erinnernder Ton eigenthümlich. Die Spaltbarkeit ist weniger deutlich ausgeprägt, und neben einigen glänzenden, die Faserung aufweisenden Bruchflächen findet man viel häufiger solche, welche ganz matt sind und uneben erscheinen.

Die Feldspath-Durchschnitte sind sehr undeutlich zu erkennen; sie verrathen Leistenform, sind aber ganz trüb, lichtgrün gefärbt und dicht im Bruche. Sie, sowie die Uralite haben eine Durchschnittsgrösse von kaum 1 *mm*. Als Seltenheit fand sich ein etwa eben so grosses Quarzkorn. Erze sind zweierlei vorhanden. Der schon erwähnte Pyrit in unregelmässigen Körnergruppen von 2—3 *mm* Grösse, dann ein schwarzes Erz in feinen, unter 1 *mm* grossen Splittern, die man erst unter der Loupe wahrnimmt.

Unter dem Mikroskop zeigt zunächst der farbige Gemengtheil auf das schönste die verschiedenen Stadien des Uralitisirungsprocesses. Fast jeder der Durchschnitte enthält noch Reste des unverändert gebliebenen fast farblos durchsichtigen Augits in sich, die sich aus der faserigen, lichtgrün gefärbten Uralitsubstanz durch ihre lebhafte Polarisationsfarbe, das starke Brechungsvermögen und die beträchtliche Differenz in der Auslöschungsrichtung hervorheben. Auch der Mangel an Pleochroismus gegenüber den deutlich, wenn auch nicht stark pleochroitischen Uralitfasern ist sehr charakteristisch. In weiterer Umwandlung der Uralite bildet sich hier neben der chloritischen schwach doppeltbrechenden Substanz noch ein anderes Mineral, das durch seine blättrige bis lamellare Structur und den lebhaften Pleochroismus der Lamellen zu den Biotiten gestellt werden muss. Seine Farbe ist ein bräunliches Grün; es findet sich häufig und nesterweise in den Uraliten vor und ersetzt hier zum grösseren Theile die chloritische Substanz der vorigen Varietät.

Die Plagioklas-Leisten werden unter dem Mikroskope deutlich sichtbar. Sie finden sich häufig in annähernd radial gestellte Gruppen vereinigt und weisen als Umwandlungssubstanz mitunter in zwei zonaren Streifen parallel der Längsrichtung Körnchen und amphibolartige mikrolithische Säulchen auf, die als Einschlüsse auch sonst in der Substanz der Plagioklase überall häufig vorkommen, dieselbe oft ganz und gar erfüllend, so dass der betreffende Krystall bis auf eine schmale Randzone ganz undurchsichtig wird. Die Zwillingsstreifung trat nur selten klar genug hervor, um eine Bestimmung der Auslöschungsrichtung zuzulassen. An etwa sechs Stellen gelang es, Schiefenwinkel zu messen; sie schwankten zwischen 8° und 16°, was für eine Übereinstimmung in der Zusammensetzung mit dem Feldspathe der ersten Varietät spricht.

Das makroskopische Vorkommen von Quarz wird mikroskopisch bestätigt. Kleine, kaum 0·1 *mm* messende Durchschnitte sind gar nicht selten; es finden sich aber auch Körneraggregate von über 1 *mm* Gesammtausdehnung vor, welche von Amphibol-(Uralit-)Fasern begleitet sind und durch Randzertrümmerung, undulöse Auslöschung u. s. w. die Erscheinungen der Kataklasstructur aufweisen. In diesen Quarzaggregaten findet sich auch ein schwarzes Eisenerz ohne Umrandung durch ein zweites Mineral, wahrscheinlich Magnetit, und man erhält von solchen Partien ganz denjenigen Eindruck, welchen gewisse Amphibolite mit zum Theil parallel gelagerten, „schiftigen" Hornblendefasern und Fäserchen hervorrufen, wie denn auch diese Varietät für die Rosenbusch'sche Ansicht über die Art der Diabasmetamorphose in Amphibolit einen bezeichnenden Beleg bildet.

Als accessorische Bestandtheile waren unter dem Mikroskope reichlich Apatit, Titaneisen und Titanit nachzuweisen. Ersterer in langen Nadeln, welche durch die Wirkungen des Gebirgsdruckes mannigfach gebogen und gestreckt, ja geradezu ausgewalzt wurden, indem die einzelnen durch die Quertheilung entstan-

[1] A. a. O. S. 12.

denen Glieder häufig auseinandergerückt sind und sich nicht mehr berühren. Das splitterige, wie zerhackt aussehende schwarze Erz ist Titaneisen und erscheint stets von einem Leukoxenrand umgeben. Der grosse Titangehalt des Gesteines äussert sich auch durch das häufige Vorkommen des Titanits nicht nur als secundäres Product aus dem Titaneisen, sondern auch in Körnern und Krystallen, welche durch ihre Spaltbarkeit gut charakterisirt sind und durch ihre Apatiteinschlüsse als primär angesehen werden müssen.

19. Quarz-Porphyrit.

Bach von Mazalat.

Eine ziemlich dunkle, graue, dichte Grundmasse, matt und etwas splitterig brechend, umschliesst zunächst recht zahlreiche schwach graugrünliche Feldspath-Krystalle und in zweiter Linie Quarze, deren Begrenzung wie gewöhnlich durch Corrosion und Bruch unregelmässig erscheint.

Die Abscheuerungsflächen der Geschiebestücke zeigen die Grundmasse ganz unverändert und bringen die Feldspathdurchschnitte zur Ansicht, deren Begrenzungselemente recht ähnlich jenen sind, welche die grossen Orthoklase in den Porphyrgraniten aufweisen. Beim Zerschlagen wurden auch an einem Krystalle die so häufig vorhandenen Flächentypen: (010), (110), (201) und (001) in deutlicher Ausbildung freigelegt. Die Grösse dieser Einsprenglinge beträgt durchschnittlich 2—3, im Maximum 4 *mm*; ihre Spaltbarkeit ist noch gut ausgeprägt, doch weisen auch viele matte Bruchstellen schon makroskopisch auf die vorgeschrittene Umwandlung ihrer Substanz hin, welche besonders im Centrum vieler Krystalle ersichtlich wird.

Dort, wo die Zwillingsstreifung die plagioklastische Natur der Einsprenglinge verräth, wird sie nur durch wenige (3—6) Lamellen hervorgerufen; es fehlt eine ordentliche polysynthetische Streifung. Vereinzelt findet auch Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz statt, die sich in einem beobachteten Falle wiederholte, so dass ein Drilling gebildet wurde, welcher aus zwei parallel gestellten Krystallen bestand, zwischen denen ein dritter nach dem Karlsbader Gesetze eingeschaltet war. Der Normalenwinkel an Spaltblättchen der Plagioklase konnte goniometrisch aus zwei Beobachtungsreihen zu 7° 42′, resp. 7° 51′ gemessen werden, was einem Winkel $P:M$ von 86° 9′, resp. 86° 5′ entspricht, ein Werth, der mit den an Oligoklas beobachteten übereinstimmt. Für die Zugehörigkeit der weitaus grössten Zahl der Einsprenglinge zu diesem Feldspathe spricht auch das Ergebniss der optischen Untersuchung: Auslöschungsschiefe auf (001) von sehr geringen Werthen bis ca. $2^1/_2$°, auf (010) mit 10° und darüber bis 17°; es scheint ein Schwanken des Ca-Gehaltes stattzufinden, doch wird man nach den hohen Werthen auf (010) von den albitreichsten Gliedern wohl kaum weiter als bis zur Formel $Ab_5\,An_1$ gehen dürfen. Die Bořický'sche Probe, welche an einer Reihe von Splittern vorgenommen wurde, bestätigte an allen die Zugehörigkeit zu Ca-armen Plagioklasen. Nur ausnahmsweise konnte in einzelnen Proben auch ein Kaliumgehalt — neben Na und Ca — nachgewiesen werden, der für das Vorhandensein von anorthoklastischem Feldspath spricht; reiner Orthoklas fand sich unter den Einsprenglingen nicht vor.

Von den Magnesia-Eisen-Silicaten treten nur einzelne wenige, bereits umgewandelte sechsseitige Säulen von Biotit auf; es sind etwa 2—3 *mm* grosse braune Krystalle, welche nicht mehr blättrig spaltbar sind, sondern unter der Loupe als ein Gemenge einer grünlichen dichten Substanz mit Eisenerzen erscheinen.

Unter dem Mikroskope wird die Grundmasse in ein fast vollkommen holokrystallines Gewebe von zwei idiomorphen Feldspatharten und allotriomorphem Quarz aufgelöst; es liegt somit mikrogranitische Structur vor, und zwar als hypidiomorphkörniges Aggregat. Die eine Hälfte der Feldspathe erscheint kurz rectangulär, theilweise — wahrscheinlich wegen nicht genügend ausführbarer Dünne (unter 0·025 *mm*) des Schliffes — auch unregelmässig begrenzt und löscht gerade aus; sie wird nach den Ergebnissen der Bořický'schen Probe, welche aus Splittern der Grundmasse die Salze der Elemente Na, K und Ca lieferte, dem Orthoklas zuzustellen sein. Die andere Hälfte ist jedoch in zahlreichen, schmal-leistenförmigen, meist einfachen Individuen von ungefähr gleicher Länge wie die vorige Art entwickelt, welche ebenfalls gerade oder mit minimalen Schiefen auslöschen und einem Plagioklase angehören dürften, welcher die Na- und Ca-Kieselfluoride der

Probe geliefert hat. Es erweist sich unser Fall als eine Übergangsform der eigentlichen Mikrogranitstructur in die pilotaxitische Rosenbusch's.[1] Dabei ist zu bemerken, dass zwar in den dünnsten Partien des Schliffes Spuren eines Glases — „Glashäutchen" — zu constatiren waren, doch sind sie zu minimal, um unsere Structur als hyalopilitisch aufzufassen. Anklänge an Fluidalstructur in der nächsten Umgebung der Einsprenglinge sind nicht selten, Mandelbildungen konnten dagegen im ganzen Handstücke nirgends beobachtet werden.

Der in der Grundmasse in zarten dünnen Schüppchen und Lappen auftretende Chlorit ist jedenfalls als eingewandert zu betrachten, da er als Umwandlungsproduct der farbigen Einsprenglinge allenthalben auftritt. Ausserdem finden sich primär in ihr nur spärlich verstreute punktförmige, zum Theil röthlichbraun durchscheinende Eisenerz-Partikelchen, sowie zarte Apatit-Nadeln vor.

Kleine (0·2—0·5 *mm*) miarolithische oder Drusenräume sind in der Grundmasse besonders häufig, die mit einer Mandelbildung wohl kaum verwechselt werden dürften. Die Quarze der Grundmasse ragen mit freien Krystallenden in sie hinein und füllen sie zuweilen ganz aus, oder es haben sich die Zersetzungsproducte der farbigen Gemengtheile: Chlorit und Epidot zum Theil als radialfaserige Aggregate in dem Reste des Raumes angesiedelt. (Taf. I, Fig. 4.) Beim Betrachten der dickeren (0·03—0·04 *mm*) Stellen des Schliffes gewinnt es fast den Anschein, als wäre aller Quarz der Grundmasse in solchen kleinen bis kleinsten zahlreichen miarolithischen Räumen angesiedelt, wodurch sich die Grundmasse auf ein Gemenge der beiden Feldspathe reduciren würde.

Die Einsprenglinge von Quarz sind vollkommen analog wie in den eigentlichen Quarzporphyren entwickelt, alle Erscheinungen der Krystallisation, der Einschlüsse und Corrosion kommen auch hier in der bekannten Weise zur Erscheinung.

Die Oligoklas-Einsprenglinge sind durch Kaolinisirung stark getrübt, und parallel damit geht die Umwandlung in Glimmer und Epidot; wieder andere zeigen in ihren centralen Partien eine Art enger Maschenstructur, gebildet von einem unverändert gebliebenen Netz der Feldspathsubstanz, während die Zwischenräume mit einer grünen, schwach doppeltbrechenden „chloritisch" aussehenden Substanz und Limonit-, sowie viel Calcit-Theilchen erfüllt sind, Umwandlungsproducte, zu deren Bildung die gleichzeitige Zersetzung der Biotite und Amphibole ebenfalls Material geliefert hat.

Die Biotite sind nur in ganz kleinen, seltenen Krystallen oder als unbedeutende Reste in den grossen sechsseitigen Säulen frisch erhalten. Diese letzteren finden sich im Schliffe nur ganz vereinzelt vor; sie sind gebleicht und kaum mehr dichroitisch, polarisiren aber lebhaft und zeigen parallel zu den Blätterdurchgängen Einlagerungen secundärer punktförmiger Umwandlungssubstanzen.

Diese Umwandlung der Biotite ist aber immerhin noch weniger weit gehend, als jene, welcher die ursprünglich im Gestein vorhanden gewesene Hornblende anheim gefallen ist. Ihre Krystallformen sind aus den gar nicht seltenen Durchschnittsgrenzen noch gut zu erkennen: die gewöhnliche, kurzprismatische Form mit der Hemipyramide und Basis als Endigungen. Die Grösse dieser ehemaligen Amphiboleinsprenglinge beträgt in der Länge circa $^1/_2$ *mm*. Einige rhombische Querschnitte zeigen, dass die Längsfläche nur untergeordnet entwickelt war und die Prismenflächen herrschten. Alle Krystalle erscheinen zur Gänze umgewandelt in ein Aggregat von vorherrschendem Chlorit, der sattgrün bis nahezu farblos durchsichtig wird und blätterige, zuweilen auch radialfaserige Aggregatpolarisation zeigt, sowie in Limonit und auch Epidot, in letzteren oft besonders reichlich.

Anhangsweise sei bemerkt, dass unser Gestein im Habitus an den „Quarzporphyr" von Liescha in Kärnten erinnert, nur ist es etwas dunkler gefärbt und lange nicht so reich an Einsprenglingen wie dieser. Diese Verwandtschaft findet einen weiteren Grund darin, dass hier wie dort fast ausschliesslich ein Plagioklas die Feldspatheinsprenglinge bildet. An dem in der petrographischen Sammlung der Lehrkanzel für Mineralogie und Geologie befindlichen Handstücke des alpinen Porphyrs ergab eine an Partikeln von acht ungestreiften Bruchflächen vorgenommene chemische Untersuchung der oft prachtvoll zonar gebauten, und dort

[1] Mikrosk. Physiographie, II. Aufl. vergl. S. 465 und 466.

Granat enthaltenden Krystalle mit Kieselflusssäure ausnahmslos nur die Na- und Ca-Salze der Plagioklase, weshalb auch der Liescha-Porphyr trotz seiner mikrogranitischen Grundmasse besser zu den Quarzglimmerporphyriten zu stellen wäre.

20. Granitit.

Vor Kalofer (Ost).[1]

Es liegen drei Stücke des Gesteins vor, die nur wenig von einander abweichen. Alle sind von frischem Aussehen, mittlerer Korngrösse und im Allgemeinen heller, nahezu weisser Farbe, die erst durch den reichlich auftretenden Biotit einen dunkleren Gesammtton erhält.

Der Quarz bildet lichtgraulichе, wenige Millimeter grosse Körner und erfüllt in seiner bekannten allotrimorphen Ausbildungsform auch die kleinsten Zwischenräume der älteren Bestandtheile, wo er dann durch zwischengelagerte Limonithäutchen gelblichbraun erscheint.

Feldspathe konnten an Spaltblättchenschliffen dreierlei constatirt werden: Orthoklas, Mikroklin und ein fast gerade auslöschender (Abweichung nur 1—2°) Oligoklas; die beiden ersteren bilden in annähernd gleichem Mengenverhältnisse die Hauptmasse der Feldspathe. Der Orthoklas ist rein weiss bis grünlich und trübe, der Mikroklin nahezu wasserhell, oft auch der Oligoklas, welcher zuweilen ansehnliche Grösse (bis 5 *mm*) erreicht.

Biotit ist in zwei Hauptformen entwickelt: entweder in der Form von schwarzen, tafel- bis kurzsäulenförmigen Krystallen, die sich zuweilen zu Gruppen weniger, aber grösserer (2—3 *mm*) Blättchen vereinigen, oder als Aggregat vieler und kleiner dunkelgrüner Schüppchen, welche in einem der drei Gesteinsstücke in nahezu paralleler flächenartiger Anordnung auftreten und demselben dadurch den Habitus gewisser alpiner Gneissgranite verleihen.

Accessorisch fand sich in einem Stücke Pyrit vor.

Dieses letztere Stück zeigt auch im Dünnschliffe unter dem Mikroskope einen anderen Charakter als die beiden anderen. Während dort der Mikroklin sowohl den Orthoklas als auch den Oligoklas an Menge erreicht, ja beinahe übertrifft, prädominiren hier die Orthoklase, welche sich von den anderen Feldspathen durch ihre weit fortgeschrittene Umwandlung theils zu Kaolin, häufiger aber zu Muscovitschüppchen und Epidotkörnchen unterscheiden. Über die Natur des grünen, umgewandelten Feldspathes konnte in Folge mangelnder — weil nicht herstellbarer — Spaltblättchenschliffe keine unbedingte Entscheidung gefällt werden. Im Gesteinsdünnschliffe finden sich sowohl zweifellos plagioklastische Individuen, deren Zwillingslamellirung noch sichtbar aus dem Haufwerk der Umwandlungsproducte hervortritt, als auch solche, welche in Folge ihrer geraden Auslöschung bei völligem Mangel jeder Streifung dem Orthoklas zugerechnet werden müssen. Zuweilen zeigt eine scharf begrenzte, von der Umwandlung verschont gebliebene Randzone der häufig unter 1 *mm* kleinen Individuen Zwillingsstreifung, was bei gerader Auslöschung der Centralpartien auf eine parallele Verwachsung mit Plagioklas deutet, wie denn auch anderweitige, meist perthitische Verwachsungen der beiden älteren Feldspathe recht häufig sind.

Wohl charakterisirt in allen seinen Eigenschaften, insbesondere aber durch seine im Gegensatz zu den alten Feldspathen nahezu vollkommen reine Substanz tritt der Mikroklin schon im gewöhnlichen Lichte deutlich hervor. Auffallend ist seine grosse Menge in einem der drei vorhandenen Stücke, bezeichnend das ausgezeichnet allotrimorphe Verhalten den anderen Feldspathen, ja sogar dem Quarz gegenüber, wofür das zuletzt erwähnte Stück schöne Belege liefert. Mikroperthitische Verwachsungen sind auch bei diesem Feldspath häufig.

Die durch ihre Auslöschung als solche bestimmten Oligoklase zeigen dieselben Umwandlungserscheinungen wie der Orthoklas, nur in geringerem Masse; einige derselben zeigten einen complicirten zonaren Aufbau (an einem Individuum konnten beispielsweise 7 Haupt- mit circa 21 Nebenzonen gezählt werden), der sich in verschiedenen Auslöschungsschiefen (Differenzen an letzterem Individuum bis zu 13°) äussert.

[1] Man vergl. Prof. Toula's Profile, Taf. I, Fig. 6, Nr. 16 und S. 42, Fig. 30, Nr. 3.

Der Quarz zeigt unter dem Mikroskope keine auffälligen Besonderheiten, dagegen weisen die Biotite in ihren beiden Erscheinungsformen bezeichnende Eigenthümlichkeiten auf. Die feinschuppigen Aggregate sind zwar vielfach von voller Frische, indessen findet man sie auch besonders dort, wo sie an die umgewandelten Feldspathe grenzen, ebenfalls von Epidotkörnchen durchsetzt, ja von ganzen Lagen dieses Minerals durchzogen; eine gleichzeitig auftretende Chloritisirung fand sich jedoch nicht vor. Häufig gesellten sich die beiden Accessoria Apatit und Erz (Magnetit und Pyrit) hinzu. Die grösseren Biotite hingegen zeigten alle bei nahezu völliger Reinheit der Substanz die hier zweifellos primären Rutileinschlüsse in ganz denselben charakteristischen, in Winkeln von 60° sich schneidenden und parallel den Spaltungsflächen eingelagerten, langen und dünnen Nadeln, wie sie von Williams [1] im Glimmerdiorit von Triberg nachgewiesen wurden. (Fig. 1, Taf. II.)

21. Amphibol-Biotit-Gneiss.

Vor Kalofer (Ost).

Prof. Toula [2] erwähnt dieses Gesteins als eines überaus feinkörnigen Glimmergneisses von dunkler Farbe, welcher von dem vorher beschriebenen Granitit durchsetzt wird, ihn schalenförmig umschliesst und Apophysen desselben aufnimmt (1 *a* der Figur). Die Structur erscheint makroskopisch geradezu als dicht, jedoch dünnschiefrig durch die parallel gelagerten Glimmer-(Biotit-)Schüppchen, welche auf den Schieferungsflächen in etwa 1—2 *mm* grossen flachen Putzen, die durchschnittlich 2—3 *mm* von einander entfernt sind, recht gleichmässig vertheilt vorkommen. Diese glimmerreichen Lagen erscheinen im Querbruche kaum 1 *mm* entfernt, wodurch die dünnschiefrige Beschaffenheit resultirt. Durch diese fleckenartig in dunkelgrüner Farbe auf der Hauptbruchfläche erscheinenden Biotitschüppchenansammlungen schliesst sich unser Gestein an die „Glimmertrapp" genannten dichten Gneisse an. Die eigentliche Gesteinsfarbe ist eine graugrüne, welche durch das gleichmässige Gemisch der ungefärbten Gemengtheile mit den Glimmerschüppchen hervorgebracht wird. Ausser einigen wenigen 2—6 *mm* grossen Quarz-Ausscheidungen, sowie einem grösseren Glimmernest war an dem Handstücke nichts weiter zu bemerken. Schon dieser allgemeine Habitus aber genügte, um in einem dichten grünen Gneisse der petrographischen Sammlung der Lehrkanzel, welcher die Fundortsangabe: „zwischen Böckstein und Nassfeld im Gasteinerthal" trägt, ein ganz ähnliches, nahezu identisches alpines Vorkommen zu constatiren. Der einzige makroskopisch festzustellende Unterschied liegt darin, dass in dem alpinen Gesteine die auf der Schieferungsfläche als Flecken erscheinenden Glimmerschüppchen einheitlichen Individuen angehören, während sie im balkanischen Gesteine in ein Aggregat ganz kleiner Individuen aufgelöst sind.

Unter dem Mikroskope erscheint das Gestein im Dünnschliffe parallel dem Hauptbruche als ein fast gleichmässiges Gemenge von farbigen und ungefärbten Mineralien. Letztere prädominiren etwas, doch nicht bedeutend und bestehen aus 0·01—0·05 *mm* grossen, unregelmässig begrenzten Körnern von Feldspath und Quarz. Diese beiden Minerale sind in Folge ihrer geringen Grösse und bei dem Mangel jeder krystallographischen Begrenzung der Feldspathe optisch nicht gerade leicht zu unterscheiden, umsomehr als auch die sonst so häufigen Erscheinungen der Feldspathumwandlung fehlen. Es finden sich nur Einschlüsse kleiner, blassgrünlicher, säulchenförmiger Mikrolithe (Amphibol?) vor, welche jedenfalls primärer Natur sind und in zumeist recht gleichförmiger und reichlicher Vertheilung die farblosen Körner erfüllen. Nur ab und zu verräth der Aufbau eines Kornes aus ein paar Zwillingslamellen die Zugehörigkeit zu Plagioklas. Noch seltener sind grössere Feldspathe: beiläufig rechteckig bis leistenförmig umgrenzte, einfache oder aus 3—4 Lamellen bestehende Zwillinge von ca. 0·2×0·8 *mm* und darunter Grösse, zum Theil mit verwischter Grenze gegen die übrige Gesteinssubstanz; diese zeigen auch den Beginn einer Umwandlung durch Kaolinisirung und Bildung von Epidotkörnern.

[1] Siehe Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. I, S. 483 und Taf. XXII, Fig. 1.

[2] A. a. O. S. 43, sowie S. 42, Fig. 30, Nr. 3.

Die Frage nach der Gegenwart von Orthoklas, sowie die Bestimmung der Art des Plagioklases konnten optisch nicht entschieden werden. Die mikrochemische Analyse eines Gesteinssplitters ergab nur einen ganz geringen Gehalt an Kalium, nicht mehr, als durch die Gegenwart des Biotits wahrscheinlich war, was auch durch eine Parallelbeobachtung an einem isolirten Biotitschüppchen bestätigt wurde. Es scheint somit Orthoklas zu fehlen.

In recht gleichmässiger Vertheilung nehmen die farbigen Gemengtheile: Hornblende und Biotit an der Zusammensetzung des Gesteines Theil. Erstere ist in sehr zahlreichen Säulchen vorhanden, deren durchschnittliche Länge etwa 0·1—0·2 *mm* beträgt; es kommen aber noch viel kleinere Individuen vor bis herab zu den mikrolithischen Dimensionen der Einschlüsse im Plagioklas und Quarz, was für die Zugehörigkeit derselben zur Hornblende spricht. Aber auch grössere, bis 0·6 *mm* lange Nadeln finden sich vor, die dann überaus oft eine wiederholte Quertheilung erkennen lassen, längs welcher es manchmal zu einer Verwerfung der einzelnen Glieder des Säulchens kommt. Querschnitte der Säulchen sind nicht selten; sie lassen nebst den Prismenflächen und der ihnen entsprechenden Theilbarkeit als Begrenzungselemente noch untergeordnet die Längsfläche erkennen. Der Pleochroismus liefert Farbentöne zwischen hellgrün und bläulichgrün; Zwillinge nach der Querfläche sind hie und da zu beobachten, in vielen Krystallen auch die bekannten staubförmigen Magnetiteinschlüsse.

Der Biotit ist durch seine unregelmässige Begrenzung und die olivengrüne Eigenfarbe von der Hornblende überall gut unterschieden; er nimmt in der Form ganz kleiner, meist unter 0·1 *mm* messender Schüppchen an der Gesteinszusammensetzung fast eben so regen Antheil wie diese. Die in der Schieferungsfläche liegenden kleinen Glimmerflasern bestehen vorwiegend aus Biotitlamellen; weniger betheiligt sich die Hornblende an ihrer Zusammensetzung. Auch hier sind Blättchen über 0·2 *mm* schon eine Seltenheit; sie liegen nicht parallel, sondern recht unregelmässig durcheinander, und bilden in Gruppen zu 20 bis 30 die Durchschnitte der Flaserchen. In keinem derselben fehlen ein oder mehrere Epidotkörner von der beiläufigen Grösse der Glimmerblättchen, sowie ab und zu eben so grosse Magnetite. Mit dem Epidot, der in kleineren Körnern auch in der dichten Gesteinsmasse recht häufig auftritt, findet sich auch das ihm bis auf die Farbe so ähnliche rothbraune Mineral, das mit dem im Granitgneisse vom Rosalita Pass (Nr. 22; S. 40[304]) nachgewiesenen Orthit identisch sein dürfte; die unregelmässige Körnerform lässt in unserem Falle eine genaue Bestimmung nicht zu.

Eine im Dünnschliffe befindliche grössere (4 *mm*) Quarz-Ausscheidung von länglicher Form besteht nur aus wenigen Körnern von stark undulöser Auslöschung und ist von einer Hülle von Biotitblättchen umgeben, die sich mantelförmig an den Quarz anlagern.

Die mikroskopische Charakteristik des alpinen Vergleichsgesteins ergibt in Kürze folgende Merkmale. Zunächst ein etwas gröberes Korn der Bestandtheile, welche im Durchschnitte 0·05—0·10 *mm* messen, sodann fast ausschliessliches Vorkommen der Hornblende als farbiger Gemengtheil der dichten Gesteinsmasse. Sie ist weniger gut idiomorph ausgebildet, sondern meist unregelmässig begrenzt; die Magnetiteinschlüsse sind dagegen sehr häufig und finden sich als centrale Staubmassen etwa in der Hälfte aller Individuen.

Die Biotite sind, wie schon makroskopisch ersichtlich war, relativ sehr gross (ca. 1 *mm*) und umhüllen zahlreiche Einschlüsse von Epidot, Apatit und Zirkon. Diese Minerale kommen — die beiden ersteren recht reichlich — auch in und zwischen den anderen Bestandtheilen vor und sind bei dem auch mikroskopisch frischen Aussehen des Gesteines wohl als primär aufzufassen. Die im bulgarischen Gneisse so häufigen Mikrolithe von Amphibol fehlen hier zumeist, dafür sind in den Quarzen die Zirkone recht häufig; als wesentlichstes Element ist aber die Thatsache hervorzuheben, dass das alpine Gestein sehr arm an Feldspath ist, daher wohl besser zu den Amphiboliten gestellt werden sollte. Die selbst unter der Loupe am Handstücke schön weiss hervorleuchtenden winzigen Quarzkörnchen liessen offenbar die Gegenwart reichlichen Feldspaths vermuthen, und führten demgemäss zur Bestimmung als „grüner Gneiss", als welcher die Handstücke in der Sammlung eingereiht waren.

22. Granit-Gneiss (Augengneiss).

Rosalita-Pass. Hauptgestein.

Das Gestein, welches von Prof. Toula [1] in seinen charakteristischen Haupteigenschaften bereits skizzirt wurde, besteht vorwiegend aus Feldspathen, von welchen die 1—2 *cm* grossen Mikrokline die vorherrschenden sind und den grobkörnigen Gesteinshabitus bedingen. Sie sind gut spaltbar, meist nur wenig kaolinisirt, von weisser oder nur schwach röthlichweisser Farbe, manchmal fast glasartig durchsichtig und im Spaltblättchenschliff durch Gitterstructur und Auslöschungsschiefe der zusammensetzenden Lamellen wohl charakterisirt. Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz sind fast die Regel. Diese grossen Mikrokline liegen in einer eigentlich feinkörnig-flaserigen Gesteinsmasse, welche im Querbruch die Glimmerflasern und Quarzlinsen in einer weissen, aus Feldspath und Quarz bestehenden „Grundmasse" erkennen lässt, wodurch eine pseudoporphyrische Structur resultirt, welche durch die Gesammtanordnung der zusammensetzenden Theile beiläufig an die Fluidalstructur der Ergussgesteine erinnert.

Das vorherrschende Glimmermineral ist dunkelgrün und in feinen zarten Schüppchen entwickelt, von denen nur ausnahmsweise — hauptsächlich als Einschlüsse in den Feldspathen — einige die Grösse eines Millimeters erreichen. Die von Prof. Toula erwähnten „stellenweise faserigen" Glimmereinlagerungen eignen einem anderen Mineral. Sie sind stets ganz hellgrün (beinahe apfelgrün), dabei dicht und unter der Loupe feinschuppig, sowie zum Theil (durch Auswalzung?) feinfaserig, im Ganzen daher identisch mit dem „Talk"-Mineral der Protogingneisse, welches nach den Untersuchungen vom Rath's und Goppelröder's [2] hauptsächlich aus vorherrschendem sericitähnlichen Glimmer mit wenig Talk besteht. In der That lieferte sowohl der „Talk" eines Protogins von Vanascar zwischen Savona und Genua, als auch unser bulgarisches Object mit Kobaltsolution die gleiche intensive Aluminiumreaction des Sericits.

An Menge dem Glimmer weit überlegen, aber fast eben so weit hinter den Feldspathen zurückstehend, findet sich der Quarz zunächst in der Form von zahlreichen linsen- bis spindelförmigen Körneraggregaten vor, welche in allen Grössen bis zu etwa 1 *cm* Länge vertreten sind, wobei sie jedoch die Dicke eines Millimeters nur selten überschreiten. Als jüngster Gemengtheil findet er sich als Cement, richtiger als fast vorherrschender Bestandtheil der feinkörnigen Gesteinsgrundmasse, sowie als überaus häufiges Gangmineral in den zahlreichen Klüften der grossen Mikrokline, welche gewöhnlich der Hauptspaltungsrichtung des einen Individuums eines Karlsbader Zwillings parallel gehen.

Ein zweiter trikliner Feldspath lässt sich ab und zu bei rein weisser Farbe durch seine Zwillingsstreifung erkennen; er zeigt zuweilen eine wie granophyrisch aussehende Verwachsung mit kleinen (0·1—0·2 *mm*) Quarzindividuen. Die Untersuchung von Spaltblättchen desselben ergab correspondirende Auslöschungsschiefen auf 001 und 010 von ca. 3° und 15—19°, wodurch die Zugehörigkeit zu den albitreichsten Oligoklasen erwiesen wurde; auch die Bořický'sche Probe ergab einen weitaus prädominirenden Na-Gehalt und nur vereinzelte Krystalle des Ca-Salzes.

Unter dem Mikroskope unterscheidet man im Dünnschliffe sofort die zwei Feldspathe durch den verschiedenen Grad ihrer Trübung. Die Mikrokline und die durch hie und da zu beobachtende gerade Auslöschung als Orthoklase charakterisirten Feldspathe des kleinkörnigen Gesteinsgewebes zeigen eine wenig fortgeschrittene Kaolinisirung, welche die Substanz des Minerals als ein mehr oder weniger dichter Staub erfüllt, ohne die Durchsichtigkeit erheblich zu beeinträchtigen. Die reichlich zwillingsgestreiften Albit-Oligoklase jedoch sind von grösseren Glimmerschüppchen und meist zahlreichen Körnchen von Epidot erfüllt, welche die Ursache einer weit fortgeschrittenen Trübung ihrer Substanz sind, die von diesen grösser dimensionirten

[1] A. a. O. S. 44, Profil Taf. I, Fig. 6, Nr. 7 u. 8.

[2] Man vergl. J. Roth, Chem. Geologie, II, S. 413.

Umwandlungsproducten oder Einschlüssen stärker verdeckt wird.[1] Man kann an dieser Verschiedenheit der Umwandlungserscheinungen im Dünnschliffe schon unter der Loupe erkennen, dass die Plagioklase weit zahlreicher sind, als die makroskopische Betrachtung erkennen lässt, wenn sie auch an Menge hinter den Kalifeldspathen zurückbleiben. Beobachtungen der symmetrischen Auslöschungsschiefen zwillingsgestreifter Durchschnitte ergaben als Grenzwerthe 4°2 und 15°5, welche Werthe geradezu für Albit sprechen. Demnach wäre der Ca Gehalt der Bořický-Probe den eingelagerten Epidotkörnchen zuzuschreiben und die Einschlüsse wenigstens partiell als primär aufzufassen.

Mikroperthitische Verwachsung von Orthoklas und Albit konnte ebenfalls mit Sicherheit erkannt werden. Die Korngrösse der Feldspathgemengtheile (mit Ausschluss der schon erwähnten grossen Mikroklinkrystalle) beträgt 0·2—0·5 *mm*, auch darüber; eben so gross werden die damit vermengten, meist in kleinkörnige Aggregate aufgelösten Quarzkörner. Dort, wo der letztere als Gangmineral in den Mikroklinen auftritt, besteht er aus undulös auslöschenden, einige Zehntel-Millimeter grossen Körnern oder auch ganz kleinkörnigen Aggregaten und umschliesst zahlreiche, losgerissene, kleinste Partikel der durchsetzten Feldspathe. Die Mikrokline selbst umschliessen recht häufig kleine idiomorphe Krystalle des Natronfeldspathes; der Quarz, als jüngster Gemengtheil, dringt auch vielfach apophysenartig von den corrodirten Rändern aus in das Innere derselben ein. Nur die Albite zeigen in dem kleinkörnigen Gesteinsgewebe noch Reste idiomorpher Formen, dann kann man an dem Verlaufe der Zwillingslamellen die bekannten Äusserungen mechanischer Kräfte in Biegung und Stauchung u. s. w. derselben erkennen; meist liegt aber nur ein allotrimorphes Gemenge aller Bestandtheile vor, in welchem die Feldspathe den Charakter von Bruchstücken einst grösserer Individuen an sich tragen.

Das dunkelgrüne Glimmermineral ist Biotit, wie aus der Spaltbarkeit und dem lebhaften Pleochroismus ersehen werden konnte; er ist stets mit gelblichgrünen, meist unregelmässigen Epidotkörnern von ganz geringen Dimensionen bis zu 0·1—0·2 *mm* Grösse vergesellschaftert, doch finden sich in einzelnen Glimmerputzen auch krystallographisch begrenzte Epidote vor. Neben und oft geradezu in solchen Epidoten findet sich in vereinzelten Körnern oder Krystallen ein braunrothes Mineral von recht lebhaftem Dichroismus (dunkelbraunroth bis gelbbraun); das grösste Kryställchen desselben mass 0·2 *mm* und hatte einen länglich sechsseitigen Umriss; die Auslöschung war nahezu parallel (Schiefe ca. 2°) zur längeren Seite der Fläche $T(100)$. Andere kleinere Krystalle oder Körnchen des Minerals waren von einem schmalen Saume von Epidot umrandet. Dieser Umstand, sowie die charakteristische Eigenfarbe sprechen dafür, dass man es mit Orthit zu thun habe. Auch ein 0·12 *mm* langer Zwillingskrystall dieses Minerals nach der Fläche $T(100)$, welche die Spaltrisse nach $M(001)$ und die Winkelverhältnisse der Begrenzungsflächen $T(100)$, $M(001)$ und $r(101)$ ganz so zeigt, wie sie Becke an den Epidoten eines Chlorit-Epidotschiefers der magnesischen Halbinsel bestimmt hat,[2] konnte beobachtet werden. Es ist vielleicht hervorzuheben, dass bei unserem Orthit-Zwilling die Querfläche stärker entwickelt ist (die längste Seite des Sechseckes bildet), als es die Becke'sche Zeichnung oder das Schema von Rosenbusch[3] angeben, und dass ferner die Lagen der Auslöschungsrichtungen von der Zwillingsfläche stark abweichen (ca. 25°).

Von anderen accessorischen Mineralien sind nur Apatit und in kleinen Körnchen ein schwarzes Eisenerz in spärlicher Menge vorhanden. Ob das letztere dem Magnetit oder aber Titaneisen angehört, konnte nicht entschieden werden, doch sprechen einige leukoxenartige Umrandungen für die Zugehörigkeit zu letzterem.

[1] A. Böhm gibt in seiner Beschreibung des Feldspaths der Albitgneisse des Wechsels ganz ähnliche Verhältnisse der Einschlüsse an. – Tschermak, Miner. petrog. Mitteilungen 1883, V, S. 202 u. 203.

[2] Tschermak, Miner. petrogr. Mittheilungen 1880, II, S. 34 und 1879, I, Taf. 5, Fig. 9*a*.

[3] Mikrosk. Physiogr. I, S. 496, Fig. 148.

23. Hälleflint-Gneiss.

Aufstieg zur Rosalita-Passhöhe (Südseite).

Professor Toula[1] erwähnt dieses Gestein unter der Bezeichnung Eurit- oder Protogingneiss. Es finden sich mehrere dicht und felsitisch aussehende Handstücke von verschiedenen Stellen des Aufstieges vor. Die typischesten Stücke wurden bei der Tundza-Quelle gesammelt und sollen hier besprochen werden; es ist aber erwähnenswerth, dass ein ganz gleiches Gestein schon etwa 800*m* tiefer, kurz oberhalb der Kalke (10 des Profils) gesammelt wurde. Im Bruche mehr splittrig als muschelig, lässt das dichte, schmutzig grau grüne Gestein, welches von zahlreichen haarfeinen Limonit-Klüften durchzogen ist, makroskopisch kaum hie und da ein unter 1*mm* grosses Feldspathstückchen oder Quarzkörnchen unters heiden. Schon unter der Loupe erkennt man aber, dass es keine gleichmässige Dichte besitzt, sowie dass dunkler grün gefärbte Stellen mit helleren, feldspathreicheren Partien abwechseln; es ist jedoch auch in diesem Falle kaum möglich, eine ausgesprochene Schieferstructur zu erkennen, die in dem felsitisch erscheinenden Gesteine geradezu verschwindet. Ein zweites Handstück weicht von dem eben erwähnten Habitus darin ab, dass die lichten, etwas röthlich erscheinenden, Feldspath führenden Partien reichlicher auftreten und im Vereine mit der grünen Grundmasse gleichsam ein verwaschen-porphyrisches fleckiges Aussehen hervorrufen. Grössere (2—3 *mm*), röthliche, durch eine einheitliche Spaltungsfläche charakterisirte Feldspathindividuen finden sich nur sporadisch vor. Eines derselben konnte durch Spaltblättchenschliff und Analyse als Mikroklinperthit bestimmt werden. Die Zugehörigkeit der Feldspathe entweder zu Kalifeldspath oder Na-reichen Oligoklasen konnte ebenfalls mikrochemisch nachgewiesen werden.

Unter dem Mikroskope sieht man auf den ersten Blick, dass man es mit keinem ursprünglichen Zustande nach Art der gewöhnlichen Structurformen der krystallinischen Schiefer zu thun hat, sondern dass weitgehende mechanische Einwirkungen die Auflösung der Gemengtheile zu einem breccienartig verbundenen Grus bewirkt haben müssen. Und in der That, vergleicht man die von J. Lehmann in seinem grossen Werke über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine gegebenen Abbildungen der Structurformen der Gneisse und Hälleflinten des Pfahls,[2] so ist keinen Augenblick ein Zweifel möglich, dass unsere bulgarischen Gesteinstypen ganz ebensolchen dynamometamorphen Vorgängen, wie sie dort beschrieben werden, unterworfen sein mussten. Das Fehlen der eigentlichen bandartigen Hälleflintstructur wird auch bei den Pfahlgesteinen erwähnt,[3] wie denn die petrographische Charakteristik fast Wort für Wort auf das gesammte Material Anwendung finden könnte, welches von Professor Toula im Verlaufe des Aufstieges zur Passhöhe gesammelt wurde. Immer sind es die breccienartig veränderten Gneisse,[4] welche — auch das Vorkommen eines mächtigen Quarzganges wurde bezeichnenderweise nachgewiesen — in den Dünnschliffen der durch die vorgeschrittene Zersetzung oft recht verschiedenen Habitus aufweisenden Handstücke erkannt werden können.

Unter dem Mikroskope lassen die Dünnschliffe der dichten Hälleflintgesteine zunächst das Netz der Verschiebungsflächen erkennen, längs welcher die Zermalmung des Gesteins die grössten Fortschritte gemacht hat, und wo die Korngrösse des Zerreibsels bis zu den minimalen Dimensionen eines feinen Pulvers herabsinkt (0·002*mm* und darunter), was man am besten bei gekreuzten Nicols beobachten kann. Die vorhandenen Quarzgänge sind älter als diese Verschiebungsflächen und stossen an ihnen ab; ihr Quarz ist in ein sehr feinkörniges Aggregat aufgelöst, so dass man sie bei gekreuzten Nicols leicht übersieht. Die grösseren Quarz- und Feldspathkörner erreichen in dem ersten der oben erwähnten Handstücke kaum $^1/_4$*mm* Maximaldimensionen und erwiesen sich im polarisirten Lichte meist ebenfalls in einige wenige oder auch überaus viele Partikel zerdrückt. Winzige Epidotkörnchen und grüne Glimmerschüppchen sind als Ursache der Grünfärbung

[1] A. a. O. S. 44, Profil Taf. I, Fig. 6, Nr. 9.

[2] Tafel XXVII; besonders Fig. 1 u. 4.

[3] A. a. O. S. 185.

[4] Im Profile siehe Anm. 1 sind sie als „Phyllit mit Ganggestein" bezeichnet.

des Gesteins bei stärkerer Vergrösserung (ca. 200) in dem Gesteinsgewebe zahlreich zu finden, ebenso schwarze Pünktchen von Magnetit, sowie die weit häufigeren kleinen Rostflecke des Limonits.

Das an Feldspathausscheidungen reichere Handstück ist weniger kleinkörnig als das besprochene, da aus dem feinen Zerreibsel immerhin eine Anzahl von Feldspath- und Quarzbruchstücken heraustreten, die Grössen von 1—2*mm* aufweisen. Unter den ersteren fand sich ausgezeichnet zwillingsgestreifter Plagioklas mit geringen Auslöschungsschiefen (Oligoklas) vor, der die Umwandlung in farblose bis schwach grünliche Glimmerschüppchen (Muscovit?) zeigt. Auch Mikroklin war unter den Feldspathen durch seine Gitterstructur erkenntlich. Die Quarze sind ausnahmslos in Aggregate kleiner Körnchen zerdrückt, welche manchesmal lagenförmig, nahezu parallel angeordnet sind.

Einer derselben umschloss (Taf. II, Fig. 2) eine überaus zierliche Bildung: wie ein Algenrasen aussehende Häufchen und Gruppen des „wurmförmigen Chlorits" Volger's, des Helminth.[1] Die einfach und auch doppelt gekrümmten sattgrünen Säulchen werden etwa 0·06—0·08 *mm* lang und 0·01—1·015 *mm* dick. Ihr Aufbau aus basalen Blättchen lässt sie in der Richtung des jeweiligen Krümmungsradius dicht gestreift erscheinen; wo Querschnitte vorkommen, ist der sechsseitige Umriss deutlich zu erkennen, meist auch aus dem Verlauf der Prismenkanten, welche manche Säulchen wie mit einer Mittellinie versehen erscheinen lassen. Der Pleochroismus ist, der intensiven Farbe entsprechend, recht lebhaft.

Ganz in der Nachbarschaft dieses Quarzes fanden sich zwischen den das Gestein zusammensetzenden Feldspath- und Quarz-Partikeln als Ursache der Gesteinsfärbung Schüppchen eines ganz ähnlichen grünen Minerals vor, welche aber — jedenfalls in Folge der dynamischen Vorgänge — morphologisch den Helminth-Charakter eingebüsst haben; es ist dies umso wahrscheinlicher, als Zwischenstadien halb veränderter Helminthe auch zu beobachten sind. Der in Rede stehende Dünnschliff ist ebenfalls sehr reich an Epidot, dessen Körner bis zu 0·015 *mm* Grösse erreichen; ausserdem findet sich ein braun durchsichtiges, überaus lebhaft pleochroitisches Mineral, das in Folge seiner grossen Absorption und des Mangels einer ausgesprochenen Spaltbarkeit wohl als Turmalin angesprochen werden kann. Eine regelmässige krystallographische Begrenzung dieses auch makroskopisch — aber nur recht selten — in der Form von $^1/_4$ bis $^1/_3$ *mm* grossen schwarzen Pünktchen und Säulchen wahrnehmbaren Minerals konnte nicht beobachtet werden, dagegen war es regelmässig von Epidot begleitet, der einige Durchschnitte wie mantelförmig umhüllte; auch Muscovit-Lamellen fanden sich in dieser Umhüllungszone untergeordnet vor. Ein Gang, welcher durch den Turmalin hindurchsetzte, wies zuerst eine Epidot-Formation und als jüngeres Glied Quarz auf, in welchem zahlreiche Epidotpartikelchen vertheilt waren.

24. Gneisse.

Rosalita-Pass. (Aufstieg von Süd.)

Im Anschlusse an obigen charakteristischen Gesteinstypus mögen hier noch die grobkörnigen Gneissvarietäten kurz besprochen werden, welche die „Phyllite mit Ganggesteinen" des Rosalita-Profils zusammensetzen. Prof. Toula[2] erwähnt zunächst der „grünlichen, grauen, quarzreichen, massigen Gesteine," bezüglich welcher die Frage, ob granitisch oder porphyrisch offen gelassen wurde. Ein Schliffpräparat genügte, um trotz der weitgehenden Zersetzung der Handstücke die Zugehörigkeit zu den Breccien-Gneissen festzustellen. Es sind nur grobkörnige Varietäten des oben beschriebenen Hälleflints, mit dem sie übrigens zugleich vorkommen (800 *m* unter der Passhöhe) und einen Quarzgang umschliessen.

Von weiter oben (ca. 270 *m* unterhalb der Höhe) liegen einige Gesteinsstücke vor, welche einem, seiner Structur nach wenig veränderten Gneisse angehören. Zum Theil recht glimmerarm, nimmt er ein granulitartiges Aussehen an, wobei er dicht wird und durch eine dünne Bänderung sich den eigentlichen Hälleflinten annähert. Ein zweites Stück führt reichlicher ein grünes Glimmermineral, ist sehr feinkörnig-schuppig und

[1] Man vergl. dessen Beschreibung in den: Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien. Zürich 1854. S. 142—144.
[2] A. a. O. S. 11.

zeigt eine durch abgerundete, nicht allzunahe beisammenstehende Feldspathaugen von 2 – 3 *mm* Grösse verursachte schöne porphyrartige Ausbildung.

Einige der Feldspathe zeigen durch Zwillingsstreifung ihre trikline Natur an; die Behandlung derselben mit Kieselflusssäure spricht für einen sehr natriumreichen Oligoklas, der geradezu zu Albit gestellt werden müsste (Ca nur in Spuren nachgewiesen); leider war die bestätigende optische Untersuchung an den Krystallen des vorhandenen Handstückes nicht durchzuführen. Ob auch Kalifeldspath sich an der Zusammensetzung des Gesteins betheiligt, konnte nicht nachgewiesen werden. Die aufs Geradewohl an ca. 10 Feldspathen vorgenommene Bořický'sche Probe ergab durchaus obige Albit-Oligoklase und keinen einzigen Orthoklas.

Ein anderes Handstück von demselben Punkte ist von reichlichen Epidotgängen durchzogen und zeigt im Übrigen, namentlich in der im Allgemeinen sehr lichten Gesammtfarbe und den centimetergrossen Mikroklin-Krystallen, eine Annäherung an den oben (Seite 303) beschriebenen Typus des Hauptgesteins von der Passhöhe. Prof. Toula erwähnt es als „grünlich-grauen, Muscovit führenden Gneiss". Letzteres Mineral ist nicht gerade häufig; seine nur wenige Zehntel *mm* messenden Blättchen erglänzen auf der Abwitterungsfläche und sind höchst wahrscheinlich nur secundär. Unter den grossen Feldspathen sind auch sehr fein verzwillingte Plagioklase, welche durch Auslöschungsschiefe (ca. 2° auf 001) und Analyse dem Oligoklas zuzurechnen sind. Der Epidotgang des Handstückes ist 5 — 8*mm* mächtig; er sendet zahlreichere kleinere Gänge aus, welche das Gestein nach allen Richtungen durchziehen. Makroskopisch tritt als Gangmineral dichter, felsitisch erscheinender Epidot auf, welcher an den älteren Randpartien tiefer grün gefärbt ist als in der Mitte des Ganges. Viele haarfeine Quarzgänge durchsetzen diesen sowie das ganze Gestein. Unter dem Mikroskop erweist sich die Gangausfüllung nicht ausschliesslich aus Epidot bestehend, sondern in dem mittleren, lichten, mehr felsitisch aussehenden Theile spielen die Epidotkörner erst die zweite Rolle neben einem prädominirenden Aggregate von Quarzkörnern. Die Korngrösse beider Bestandtheile ist sehr gering; dort, wo der Dünnschliff fast nur die kurzen Säulchen oder meist unregelmässigen Körner des Epidots aufweist, sind selten Durchschnitte über 0·1 *mm* zu finden, meist messen sie nur einige Hundertel *mm*, ja die Mehrzahl ist viel kleiner. Nur um weniges grösser werden die Quarze, in denen die Epidote suspendirt sind. Eine Analyse der epidotreichen und -armen Partien des Ganges liess in beiden kaum eine Spur von Alkalien erkennen, so dass die Gegenwart eines Feldspathes in dem Quarz-Epidotgemenge negirt wurde.

Dass unter den Gneiss-Breccien auch makroskopisch als solche erkennbare vorkommen, hat Prof. Toula[1] bereits nachgewiesen. Das von ihm etwa 120 *m* unterhalb der Tundza-Quelle gesammelte Belegstück zeigt eckige Gneisspartikel, deren Grösse von ½ *mm* bis zu 1 *cm* schwankt. Sie liegen in einem makroskopisch fast schwarz erscheinenden, dichten und harten Bindemittel. An der einen Seite des Handstückes tritt die Breccie in Verbindung mit Hornstein.[2] Die Grenze zwischen derselben und dem Hornstein ist (makroskopisch) bald recht scharf, bald aber verwischt, so als ob das schwarze Bindemittel in den rothbraunen Hornstein übergehen würde; es kommen auch in der That einige kleinere, hornsteinartige Partien in den Breccien vor, deren Contouren in dem Bindemittel verschwimmen. Das gleiche Verhalten vor dem Löthrohre — vollkommene Unschmelzbarkeit — sowie auch die mikroskopischen Verhältnisse erweisen die Verwandtschaft des Bindemittels mit dem Hornsteine. Ersteres besteht aus dem feinsten Zerreibsel der Gneisse, wenige Hundertel *mm* messenden Feldspath- und Quarzpartikeln, denen sich in ziemlich erheblicher Menge Schüppchen eines grünen, chloritischen Minerals, sowie ebenso häufig wie dieses zahlreiche Pünktchen, Stäbchen und unregelmässige Zusammenhäufungen derselben eines dunkelroth durchsichtig werdenden Eisenerzes (Hämatit) beigesellen. Letztere sind die Ursache des fast schwarzen Aussehens des Bindemittels.

Der Hornstein wird von zwei, verschiedenen Altersstufen angehörenden Quarzgängen durchsetzt, einem älteren Gangsysteme mit zahlreichen rothen Erzpartikeln, wie dieselben im Quarzgewebe in überaus winzigen

[1] A. a. O. S. 44.

[2] Von Prof. Toula erwähnt. Ein sinnstörender Druckfehler sei an dieser Stelle berichtigt. S. 41, Z. 20 v. o. soll es heissen: „Breccien, zum Theil aus Hornstein führenden Gesteinen bestehend".

Dimensionen und in grosser Menge vorkommen, und einem jüngeren Systeme von Chloritschüppchen führendem Quarze.

Die Bořický'sche Probe, an Splitterchen des Hornsteins und des Bindemittels vorgenommen, ergab für Letztere einen Gehalt an Kalium, welcher aus den kleinen beigemengten Feldspathpartikeln (z. Thl. optisch als Mikroklin erkennbar) stammt. Die Hornsteinproben lieferten ausser Spuren von Kalium nur die Eisenverbindung in rhomboëdrischen Formen, welche durch AmSH schwarz wurden, und blieben im Übrigen selbst bei wiederholter Anwendung der Säure ungelöst.

Eine sehr charakteristische, die dynamischen Kräftewirkungen durch Auflösung in Aggregate, Verwerfung und Zerdrückung der Quarze und Feldspathe zeigende Stelle einer intact gebliebenen Gneisspartie dieser Breccie zeigt die Figur 5 auf Tafel III. Es ist ein Bild, wie wir es ähnlich in Lehmann's Atlas[1] auf Taf. XXI, Fig. 3 und 6 abgebildet sehen, wo die Plagioklase in dem durch Streckung metamorphosirten Gabbro von der Höllmühle bei Penig ganz ähnliche Deformationen aufweisen.

Über die von Prof. Toula[2] erwähnten „Gneisse mit grösseren fleischrothen Feldspathkrystallen" sei bemerkt, dass sie ebenfalls von der Tundža-Quelle stammen, eine ausgesprochen grobkörnige Structur besitzen und sich diesbezüglich an das Hauptgestein der Passhöhe anschliessen. Aus der Beschaffenheit der Bruchflächen zweier stark verwitterter, mit reicher Flechtenvegetation versehener Handstücke ist aber ersichtlich, dass der Brecciencharakter auch hier noch deutlich ausgesprochen ist. Das als Bindemittel fungirende Gneisszerreibsel ist jedoch meist grünlich (Chlorit-Epidot führend) und nur an wenigen Stellen so schwarz und eisenreich, wie in der vorstehend beschriebenen Breccie. Die grossen (bis 1 *cm* und darüber) röthlichen Feldspathe sind als Kali Feldspath chemisch, optisch aber als Mikroklin (perthitisch) zu bestimmen gewesen.

X. Trojanski Monastir Bergalov Vok—Trojan-Pass nach Teke und Rahmanli. (Siebente Balkan Passage.)

25. Granit-Gneiss (Oligoklas-Gneiss).

Trojan-Pass. Obere Grenze des Gneisses.

Von Prof. Toula[3] wird dieses Gestein als grobkörniger, glimmerarmer Granitgneiss bezeichnet, welcher von älteren mesozoischen Sedimenten überlagert ist. Mit Ausnahme der ausgesprochenen Krystallgneissbildung, welche unserem Handstücke mangelt, die aber Prof. Toula weiter unterhalb vorfand, erinnert das Gestein lebhaft an den weiter ostwärts am Rosalita-Pass vorkommenden Gneisstypus.

Der Feldspath ist grösstentheils rein weiss gefärbt, zum Theil sogar nahezu farblos. Seine, die grobkörnige Textur bedingenden Individuen sind durchschnittlich 3—5 *mm* gross, nur ausnahmsweise finden sich grössere (bis 1 *cm*), häufig jedoch kleinere Krystalle. Viele weisen unter der Loupe eine ungemein feine Streifung auf; Spaltblättchenschliffe erweisen durch nahezu gerade Auslöschung die Zugehörigkeit zu einem Oligoklas etwa von der Zusammensetzung Ab_3An_1, welchem Verhältnisse auch die an den Spaltblättchen vorgenommenen Bořický'schen Proben entsprechen. Unter etwa 10 anderen Proben fand sich kein Orthoklas vor, was dessen Abwesenheit im Gesteine wahrscheinlich erscheinen lässt.

An Quarz ist das Gestein recht reich; derselbe durchzieht es in der bekannten anschwellenden und wieder auskeilenden, nach den Schieferungsflächen parallel gestreckten Form. Die Grösse der einzelnen Körner und Linsen geht nicht über die Durchschnittsgrösse der Feldspathe hinaus.

Die Schieferung selbst ist wenig ausgesprochen, da das Gestein verhältnissmässig arm an Glimmermineralen ist. In die Länge gezogene Putzen und Streifen von ölgrünem bis bräunlichem Biotit sind in einzelne kleine Schüppchen aufgelöst; im Querbruche bilden sie ein Netzhäutchen zwischen den Feldspathen und Quar-

[1] Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine.
[2] A. a. O. S. 41.
[3] A. a. O. S. 49, Profil Taf. I, Fig. 7, Nr. 16.

zen. Ganz lichtgrüne Partien desselben lassen die Vermuthung entstehen, dass noch ein zweiter Glimmer sich an der Zusammensetzung betheiligt.

Von Erzen sind nur spärlich vertheilte, winzige, schwarze Pünktchen makroskopisch sichtbar.

Im Dünnschliffe fällt unter dem Mikroskope zunächst die Beschaffenheit der Quarze ins Auge. Ein in der Richtung des Querbruches angefertigter Schliff lässt im gewöhnlichen Lichte auf das deutlichste erkennen, dass der Quarz das Gestein in der Richtung der Schieferung wie schlierenförmig durchzieht, und dadurch erst die Schieferung so recht zum Ausdrucke kommt. In den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Quarzzügen befinden sich die Feldspathe, meist als Anhäufungen von Bruchstücken grösserer Individuen, oft aber auch als grössere Krystalle mit den Ecken und Kanten in den Quarz hineinragend, wodurch ein Bild entsteht, das mit der Fluidalstructur der Massengesteine eine gewisse Ähnlichkeit besitzt. An den in den Quarz hineinragenden Ecken der Feldspathe fand eine Art Stauchung statt, und die Auflösung der Quarzindividuen in die bekannten kleinkörnigen Aggregate erfolgte in der Weise, dass sich an solchen Stellen längliche, randlich unruhig begrenzte, wie ausgewalzt erscheinende Elemente ausbildeten, während dort, wo zwischen zwei Feldspathen eine Art Bucht gebildet wurde, die Zertrümmerung der Quarze weniger weit ging. (Man vergl. Fig. 6, Taf. III.)

Ein auffallendes Merkmal der Quarze ist ferner das Vorkommen von Hornblende in denselben, welche, wie sich in Dünnschliffen zeigt, in gewissen Theilen des Handstückes den Glimmer geradezu ersetzt.

Sie ist blassgrün, wenig pleochroitisch und im Quarze meist zu nahezu fadenförmigen, nach der Richtung der „Linsen" gekrümmten Einlagerungen ausgewalzt. Auch zwischen den Feldspathen zeigt sie eine Neigung zur Auflösung in stengel- und faserförmige Gebilde, wie dies bei den Amphiboliten so häufig ist. Es fand sich aber auch vereinzelt (in der Bucht eines corrodirten Feldspaths) Hornblende in idiomorpher Form vor, und zwar ein Querschnitt, welcher den sechsseitigen Umriss und die Spaltungswinkel sehr deutlich erkennen liess.

Neben der Hornblende fand sich noch in relativ untergeordneter Menge chloritisirter Biotit, an der tiefgrünen Farbe und den schwachen Interferenzfarben leicht von der ersteren zu unterscheiden.

Die Feldspathe erscheinen der Mehrzahl nach zwillingsgestreift, oft nur am Rande, sind aber meist aus überaus zahlreichen Lamellen zusammengesetzt. Es finden sich auch grössere einfache Individuen, deren Zugehörigkeit zu demselben triklinen Feldspath nach den Ergebnissen der chemischen Untersuchung wahrscheinlich ist. Die Umwandlung der Feldspathe ist eine zum Theile recht weitgehende Kaolinisirung; einzelne der Durchschnitte sind kaum mehr durchsichtig, andere wieder sehr rein, fast wasserhell. Die chemischen Proben liessen aber nicht erkennen, ob etwa zweierlei Plagioklase vorliegen.

Von mikroskopisch erkennbaren Accessorien seien neben dem schwarzen Erz noch Apatit, und im Quarz und in den Feldspathen auch Zirkon-Kryställchen erwähnt.

XI. Von Rahmanli über den Rabanica-Pass (Teteven-Balkan) nach Teteven und Jablanica. (Achte Balkan Passage.)

26. Granit.

Am Wege von Rahmanli auf den Rabanica-Pass.[1]

Var. *A*. Dieses Gestein ist feinkörnig und werden die Bestandtheile selten über 1 *mm* gross. Es verdankt den vorwaltend fleischrothen Feldspathen seine Grundfärbung, die indessen von den grünen Glimmermineralen einen etwas dunkleren Ton erhält. Letztere sind im Ganzen recht spärlich und sehr undeutlich ausgebildet, da Blättchen von Biotit und Muscovit erst unter stark vergrössernder Loupe und insbesondere an den angewitterten Flächen des vorliegenden Handstückes zu erkennen sind.

[1] Aus den Barometerangaben im vorläufigen Reiseberichte Prof. Toula's („Übersicht üb. d. Reiserouten etc." Sitzungsb. Bd. XC, S. 28 [301]), sowie im Reisetagebuche ist der genaue Fundpunkt dieses und des folgenden Gesteins in 475, resp. 520 *m* Höhe über der engen Gneissspalte des Findzkli dere.

Die frischen Bruchflächen zeigen ausser dem Quarz und den Feldspathen nur noch dichte, undeutlich begrenzte, grau- bis schwarzgrüne Massen, deren Zusammensetzung erst unter dem Mikroskope zu erkennen war. Sie erwiesen sich im Dünnschliffe als eine oft netzförmig durch das ganze Gestein ziehende zweifellos secundäre Ausfüllung von Klüften und Spalten in der vermuthlich durch starke Druckkräfte, deren Wirkungen das Mikroskop überall erkennen lässt, aus der ursprünglichen Cohäsion gebrachten Granitmasse. Das vorliegende Stück wäre daher in gewisser Hinsicht zu den sogenannten regenerirten Graniten zu stellen, denn es ist in der That ein Granit, der in seiner Mikrostructur einige Analogien mit den Breccien aufweist, aber nicht etwa im Sinne eines klastischen Sedimentgesteines nach Art der Arkosen, sondern als ein ganz besonders weitgehender Fall der Kjerulf'schen Kataklasstructur; namentlich ist die erwähnte graugrüne Zwischensubstanz deutlich als Mikrobreccie charakterisirt. Sie besteht aus kleinen eckigen Feldspath- und Quarzpartikeln, wie sie aus der mechanischen (Druck-)Zertrümmerung des Gesteines resultirten, und die dabei entstandenen Klüfte, Spalten und Haarrisse als Staub erfüllt haben mögen. Ein eigentliches Bindemittel dieser Massen, deren Korngrösse von 0·01 *mm* und darunter bis über 0·4 *mm* schwankt, konnte nicht beobachtet werden, denn die Zwischenräume der grösseren Körnchen sind von den kleineren erfüllt, welche bis zu selbst unter dem Mikroskope verschwindenden Dimensionen herabsinken. Durch und um diesen Staub der Granitbestandtheile zieht sich eine gelbbraune, aus punktförmigen Körperchen bestehende Substanz, welche oft auch die Spalten und Haarrisse der intact gebliebenen Partien des Gesteines erfüllt, und wohl nur als Limonit anzusprechen ist. Vielfach tritt auch Rotheisen in kleinen, nur schwer mit rothbrauner Farbe durchsichtig werdenden Körnchen hervor. Die makroskopisch grüne Färbung ist durch locale Anhäufungen des Biotits verursacht, der besonders in jenen Theilen, welche wohl die Spuren heftiger Druckkräfte, jedoch noch nicht die Auflösung in eine Anhäufung einzelner kleiner Partikel erkennen lassen, wie eingekeilt (mörtelartig) und durch den Druck deformirt zwischen den Quarzen und den Feldspathen auftritt. Fast jede Spur seiner ursprünglich idiomorphen Ausbildung ist dabei verloren gegangen, weshalb auch im ganzen Gesteine die Grösse der Biotitblättchen über wenige Zehntel-Millimeter nicht hinausreicht.

Solche Druckkräfte wirkten auch auf die formbeständigeren der Bestandtheile vielfach deformirend ein, und besonders interessant sind die vielen Fälle von Verwerfung, Verbiegung und Aufblätterung der Plagioklaslamellen, wie solche die Figuren 1—3 der Tafel III zeigen. In einem dieser Fälle konnte eine Biegung von 24° gemessen werden. Dass nicht nur randliche Zertrümmerung der Quarze, sondern ihre vollständige Umwandlung zu kleinkörnigen Aggregaten die Regel ist, folgt aus dem bisher Gesagten. Sein schön allotrimorphes Auftreten in (primären) Gängen und Spalten der Feldspathe ist hauptsächlich dort charakteristisch zu sehen, wo sich die oben beschriebene Druckzerklüftung des Gesteins damit combinirt. Die Figur 6 auf Taf. II gibt ein solches Bild; es ist darin der Unterschied zwischen den beiden „Gangsystemen", wenn man vergleichsweise so sagen darf, deutlich ausgeprägt.

Eine nähere Bestimmung der Feldspathe konnte auf optischem Wege in Folge des Mangels der wegen des kleinen Kornes nicht herzustellenden Spaltblättchenschliffe nicht vorgenommen werden. Die mit Hilfe der Bořický'schen Methode [1] ausgeführte Untersuchung des Plagioklases ergab bei Behandlung eines Splitters mit Kieselfluorwasserstoffsäure sehr zahlreiche Säulchen des Natriumsalzes und nur wenig Ca-Gehalt. Es dürfte somit ein sehr Na-reicher Oligoklas vorliegen.

Auch die Zugehörigkeit der mehr getrübten Durchschnitte des Dünnschliffes zum Orthoklas wurde auf demselben Wege bestätigt. Es finden sich indessen vielfach mikroperthitische Feldspathdurchwachsungen vor, von deutlich unterscheidbaren Verwachsungen von Orthoklas und Plagioklas angefangen bis zur feinsten Verwebung dieser Feldspathe, deren Schnitte dann bei 50—100facher Vergrösserung im polarisirten Lichte wie unterbrochen schraffirt aussehen.

Von Accessorien fanden sich die gewöhnlichen Begleiter: Pyrit (mit Limonithaut) und Apatit, doch beide nur in äusserst geringer Menge vor.

[1] Bořický, Dr. E., Elem einer neuen chem.-mikrosk. Min.- u. Gesteinsanalyse. Prag 1877.

Var. *B.* Der Habitus des in einem ziemlich tiefgreifend verwitterten Handstücke vorliegenden Gesteines schliesst sich unmittelbar demjenigen des vorher beschriebenen Granites an, als dessen etwas grobkörnigere Varietät (einzelne an den Verwitterungsflächen deutlicher hervortretende Orthoklase messen 4 *mm*) es gelten kann. Die rothe Farbe, welche es durch die im Bruche nur mehr uneben und matt erscheinenden Feldspathe erhält, das Vorhandensein der mit regenerirtem Granitmaterial erfüllten und makroskopisch graugrün gefärbten secundären Spalten und Gänge, die Armuth an den beiden Glimmerbestandtheilen, von denen der Muscovit hier beinahe ganz verschwindet, endlich die vielfach zu Tage tretenden Erscheinungen der Druckdeformation der einzelnen Bestandtheile hat es mit dem obgenannten Vorkommen gemein.

Besonders die letzteren sind aber hier in solchem Grade entwickelt (man vergl. die Fig. 4 auf Taf. III, welche die Auflösung der Quarze in kleinkörnige Aggregate besonders schön zur Anschauung bringt und eine wiederholte Verwerfung eines Feldspath-Individuums [Mikroperthits] und die dadurch herbeigeführte Trennung in sechs Theile zeigt, die in dem kleinkörnigen Quarz-Aggregate lagern), dass schon makroskopisch der Eindruck eines vollständig verquetschten Materials vorliegt, bei welchem es in der That schwer war, bei den zahlreich vorhandenen, zum Theil in paralleler Lage streichenden Klüften einen genügend grossen Splitter zur Herstellung eines Dünnschliffes abzuschlagen.

Diese hochgradige Kataklasstructur verleiht unserem Gesteine eine sehr grosse Ähnlichkeit mit den ebenfalls mikroklinführenden grobkörnigen Gneissbreccien vom Rosalita Pass (man vergl. S. 44 [308]), und es spricht für die von Prof. Toula[1] betonte nahe Verwandtschaft in der petrographischen Ausbildung hier wie dort, dass in dem im Profile erwähnten Ganggesteine (Nr. 13), wie ein gesammeltes Handstück erweist, auch körnige Quarzite vorkommen.

Im Schliffe sahen die Feldspathe alle frischer aus, als der makroskopische Eindruck des Gesteins vermuthen liess; es ist die Umwandlung der Plagioklase in Kaolin, jene der Orthoklase in Muscovit noch wenig vorgeschritten. In einem der Durchschnitte fand sich zart angedeutet die Gitterstructur des Mikroklins mit ihrer circa 15° betragenden Auslöschungsschiefe neben anderen Partien, welche gerade auslöschten, vor. Vielfach trat auch das streifige Aussehen der Orthoklase hervor, welches durch die perthitische Structur derselben verursacht wird, eine Erscheinung, die auch durch die Bořický'sche Probe ihre Bestätigung fand, welche in den Orthoklasen stets die Kieselfluoride des Na und zum Theil auch des Ca sowohl in der Form der langen, spindelförmigen Krystalloide, als auch in nach einer Mittelkante verzogenen sechsseitigen Pyramiden[2] neben denjenigen des Kalium ergab. Im Übrigen ist auch das mikroskopische Verhalten dieses Gesteins das gleiche, wie bei dem vorher beschriebenen.

27. Amphibol-Granitit.

Rahmanli—Rabanica-Pass.

Es liegt ein als Findling über dem vorher beschriebenen Granit gesammeltes Stück vor. Anstehend kommt das Gestein etwa 900 *m* ober der Gneissspalte des Baches, an der Quellmulde vor.[3] Das Gestein ist grobkörnig mit circa 4 *mm* mittlerer Korngrösse; der Quarz bleibt etwas kleiner, die Feldspathe werden grösser. Durch den grösseren Quarzreichthum und die gleichartigere Zusammensetzung ist dieses Vorkommen von dem nächstfolgenden unterschieden. Der prädominirende Feldspath ist im Bruche uneben und dicht, von weisser bis grünlicher oder auch röthlicher Farbe, und an der Oberfläche zu kaolinartigem Pulver verwittert; unter dem Mikroskope zeigt er sich jedoch erfüllt von Glimmerschüppchen und Epidotkörnchen, seinen eigentlichen Umwandlungsproducten, während die Kaolinbildung erst in zweiter Linie und an anderen, ihrer Substanz nach frischer aussehenden Feldspathen eintritt. Diese letzteren sind, wie die oft zu beobachtende

[1] A. a. O. S. 49.

[2] Man vergl. Bořický, a. a. O. Taf. I, Fig. 13.

[3] Toula a. a. O. S. 50 „1000 *m* über Rahmanli", sowie „Vorläuf. Bericht" S. 29 [302].

gerade Auslöschung, sowie die Bořický'sche Reaction lehrt, Orthoklase, zum geringen Theile auch Mikroklin und ihrer Menge nach den ersterwähnten Feldspathen untergeordnet. Jene konnten durch die zwischen den Umwandlungsproducten noch vielfach zu Tage tretende Zwillingsstreifung als Plagioklase erkannt werden, was abermals durch das mikrochemische Verhalten bestätigt wurde. Auch das an der verwitterten Oberfläche befindliche kaolinartige Pulver lieferte die Kieselfluoride des Natriums und Calciums, was für die Zusammensetzung derselben aus Paragonit- und Epidottheilchen spricht, welch' letztere schon unter der 20fach vergrössernden Loupe als grüne Pünktchen bemerkbar waren. Epidot findet sich auch häufig secundär auf Spalten in den Plagioklasen, sowie als Umwandlungsproduct der Biotite und der Hornblende. Die letztere zeigt häufig eine Zwillingsbildung nach 100, im Übrigen gleiches Verhalten wie in dem nächstfolgenden Gesteine. Auch die Accessoria: Magnetit, Apatit und Titanit — dieser wurde in bis 3·4 *mm* grossen Krystallen angetroffen — sind ebenso wie dort vorhanden. Weniger auffällig sind hier die Druckspuren, welche über undulatorisches Auslöschen der Quarze kaum hinausgehen.

Für die Zustellung des Gesteins zu den Graniten trotz des Vorwaltens der Plagioklase spricht der wesentliche Quarzgehalt.

Bemerkenswerth ist, dass dieses sowie das folgende Gestein viele Ähnlichkeit im makroskopischen Aussehen, wie im mikroskopischen Verhalten mit den „Syenit-Graniten" aus der Gegend von Blansko und Eibenschütz in Mähren besitzt.

Anhangsweise sei erwähnt, dass sich unter den von Prof. Toula im Jahre 1884 vom Balkan mitgebrachten Gesteinen zwei Handstücke befinden, deren Begleitzettel mit der Fundortangabe verloren ging, und welche sich auf's innigste dem hier beschriebenen Amphibolgranitite anschliessen, so dass die Vermuthung nahe liegt, sie seien an derselben Stelle oder unweit davon gesammelt worden, wenngleich Prof. Toula die Möglichkeit, dass sie vom Berkovica-Balkan (Ginci-Pass) stammen, nicht ausschliesst.

Die Structur dieser Stücke ist noch etwas grobkörniger, wie bei den oben beschriebenen, indem die oft schön säulenförmigen Hornblende-Krystalle und die dichten Plagioklase eine Grösse von 5—8 *mm* haben. Letztere sind etwas frischer und zeigen bei oft nahezu weisser Farbe ab und zu noch ihre Spaltbarkeit, wobei dann auch mit der Loupe die Zwillingsbildung zu erkennen ist. Die Bořický'sche Probe weist sie in die Gruppe der sauren Oligoklase. Aller Orthoklas ist dagegen gut spathig, aber viel kleiner im Korn und stets röthlich gefärbt. Die Hornblende führt viel Magnetit und wirkt daher in Bruchstückchen auch kräftig auf die Magnetnadel.

28. Amphibol-Granitit.

Abstieg vom Rabanica-Pass. Nach der Höhe.[1]

Auch dieses Gestein ist grobkörnig. Es erweist sich in dem einen vorliegenden Handstücke partienweise recht verschieden zusammengesetzt. Diese Verschiedenheit ist durch die Art der Feldspathe bestimmt, welche in drei Haupttypen auftreten. Zuvörderst fällt wieder eine in recht grossen Individuen entwickelte, aber durch die Umwandlung ihrer Substanz dicht erscheinende und nicht mehr spathige Art von saussuritartigem Habitus, jedoch geringerer Härte ins Auge; ihre Farbe ist licht graulichgrün. In einem Theile des Handstückes, sowie in zwei kleineren, offenbar von demselben Gesteinsbrocken herrührenden Stücken bildet diese Feldspathart den herrschenden Gemengtheil. Die mikroskopische Untersuchung lässt sie durch häufig noch sichtbare Zwillingsstreifung als Plagioklas erkennen, wenn auch eine nähere Bestimmung wegen der Unmöglichkeit einer Spaltblättchenprüfung nicht stattfinden konnte. Die Umwandlung besteht auch hier in der Bildung von reichlichen Glimmerschüppchen, welche häufig von Epidotkörnchen begleitet werden, wie dies bei den meisten der untersuchten Granitite der Fall ist.

Zuweilen findet sich unregelmässig am Rande und im Innern dieser Plagioklase Orthoklas in reiner Substanz vor. Dass ausserdem ein Theil der keine Zwillingsbildung zeigenden Durchschnitte dem Orthoklase

[1] Man vergl. das Profil Prof. Toula's Taf. I, Fig. 3, Nr. 12.

angehört, konnte an Spaltblättchenschliffen wenigstens insoferne constatirt werden, als unregelmässige Durchwachsungen desselben mit Plagioklas, wie sie Rosenbusch abbildet,[1] häufig sind. Es konnten an mehreren derselben nach 010 die Winkel von 6° und 19° gemessen werden, welch' letzterer einem, dem Albit nahe kommenden Oligoklase entspricht.

Untersucht man das Gestein makroskopisch oder mit Zuhilfenahme der Loupe weiter, so erkennt man an anderen Theilen des Handstückes rothe und grüne gut spaltbare Feldspathe, die der Mehrzahl nach Zwillingsstreifung zeigen. Es sind Albit-Oligoklase, deren Zusammensetzung etwas schwankt, jedoch nur zwischen den albitreichsten Gliedern der Plagioklasreihe, wie aus der Beobachtung der Auslöschungsschiefe an einer Reihe von Schliffen nach 001 und 010 resultirt. Als Grenzwerthe wurden auf 001 Schiefen von 2°—3°5, auf 010 solche von 13°—19° erhalten. Zwillingsbildungen nach dem Karlsbader Gesetz zwischen zwei polysynthetisch nach dem Albitgesetz gebildeten Gruppen sind nicht selten, und erreichen diese zuweilen eine Grösse von 5—7 *mm*, ohne indessen porphyrisch hervorzutreten. Auch finden sich Durchschnitte vor, welche gleichzeitig nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingt sind.

Die grüne Farbe rührt von secundär entstandenen Epidot-Einlagerungen her, welche in der Form zerstreut auftretender Häufchen die sehr schön idiomorphen Feldspathe durchsetzen. Die Rothfärbung, durch Eisenoxyd als Pigment verursacht, folgt den Haarrissen und Blätterdurchgängen. Es findet trotz der ganz verschiedenen Ursachen, welche die beiden Färbungen bedingen, hie und da ein Übergang von der rothen in die grüne Farbe bei einem und demselben Individuum statt, so dass durch das Aussehen nicht etwa eine Differenzirung in zweierlei Feldspathe getroffen werden kann.

Zu den Ergebnissen der Feldspathuntersuchung: Zurücktreten des Orthoklas und Vorwiegen der Plagioklase gesellt sich die Thatsache des geringen Quarz Gehaltes, der in einzelnen Dünnschliffen wahrhaftig nur die Rolle eines geringfügigen Mörtels zwischen und in den hie und da Bruchspalten aufweisenden prädominirenden Feldspathen spielt, und das Auftreten reichlicher Hornblende, um das Gestein zu einem Typus jener Amphibolgranite zu machen, welche Rosenbusch[2] als die dioritische Facies der Granitite bezeichnet.

Ausser der Hornblende, welche in bis 10 *mm* langen dunkelgrünen, von den Prismenflächen begrenzten und daher im Querschnitt meistens rhombischen Säulen vorkommt, findet sich, derselben an Menge nachstehend, als farbiger Bestandtheil noch Biotit vor, welcher aber durchwegs in Chlorit umgewandelt erscheint. Beide zeigen zum Theil parallele Anordnung und bedingen dadurch jenen gneissartigen Habitus des Gesteins, welchen Prof. Toula[3] als besonders charakteristisch bereits hervorhob. Unter dem Mikroskope tritt die totale Umwandlung des Biotits zu Chlorit deutlich hervor; wohl secundär verändert dürften die Einlagerungen sein, welche sich darin in einer, an die in einem früheren Gesteine erwähnten Rutileinschlüsse (vergl. Taf. II, Fig. 1) lebhaft erinnernden Weise vorfinden. Dieselben werden von durchsichtigen, jedoch nur schwach doppeltbrechenden nadelförmigen Individuen gebildet, welche parallel zu den Spaltungsflächen nicht nur in drei unter 60° sich schneidenden Richtungen, sondern auch zu sternförmigen, radialstrahligen Bündeln vereinigt vorkommen.

Die makroskopisch parallelfasrig, „schilfig" aussehende Hornblende erweist sich unter dem Mikroskope ebenfalls vielfach umgewandelt, und zwar ist es neben der Chloritisirung hauptsächlich das massenhafte Auftreten von Epidot, welches für dieses Mineral eben so charakteristisch ist, wie für die Mehrzahl der Feldspathe. Ja einige Partien des Gesteins sind mit Epidotkörnern so erfüllt, dass sie bei gewöhnlicher

---

[1] Mikrosk. Physiographie, I, Taf. 24, Fig. 3.

[2] Rosenbusch, Mikrosk. Physiographie, II, S. 32.

[3] F. Toula, Geol. Unters. im centralen Balkan. Vorläuf. Bericht. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. XC, p. 29 [302], sowie a. a. O. S. 50. Auf das vorliegende Stück bezieht sich auch die Bemerkung, dass es lebhaft an den Diorit Niedzwiedzki vom Sveti-Nikola-Balkan erinnere. Die Analogie besteht in dem Vorkommen des dicht erscheinenden Plagioklases und der reichlich auftretenden partiell umgewandelten Hornblende. Der directe Vergleich der beiden Handstücke ergibt nicht nur im Detail, sondern auch im Gesammthabitus wesentliche Differenzen.

Betrachtung wie mit grünem Farbstoffe imprägnirt erscheinen. Überall im Schliffe ist jedoch die secundäre Natur des Epidots deutlich ersichtlich. Dort, wo die Hornblende frischer war, konnte an Spaltblättchen eine Auslöschungsschiefe von circa 15° gemessen werden. In ihr fanden sich namentlich häufig die beiden Accessoria Apatit und in geringer Menge auch Magnetit vor. Als wichtigster der accessorischen Bestandtheile ist jedoch Titanit hervorzuheben, dessen schöne, hellbraune, bis 1 *mm* grosse Krystalle unter der Loupe die Formen (123), (001), (10$\bar{2}$), (101) deutlich erkennen liessen.

Auch dieses Gestein trägt die Spuren grosser Druckkräfte, wie: Verbiegung der Plagioklaslamellen und Amphibolsäulen, Zertrümmerung des Quarzes zu kleinkörnigen Aggregaten bei undulöser Auslöschung derselben, deutlich aufgeprägt.

29. Amphibol-Granitit.

Oberer Vid.

Aus dem Bachbette des oberen Vid liegen drei Handstücke von hornblendereichen Gesteinen vor, welche insgesammt unter die Amphibolgranitite zu stellen sind. Eines davon sei als

Var. *A* bezeichnet. Es nähert sich dem Aussehen, der Structur und der Zusammensetzung nach ungemein der oben S. 47 [311] als Findling von der Südseite beschriebenen Varietät. Auf den ersten Blick fällt hier der Unterschied der beiden Feldspathe in die Augen: Rother, schön spathiger Orthoklas, in grösserer Menge wie bei dem in Vergleich gezogenen Gesteine, und der bekannte trübe, dicht erscheinende, aber schön idiomorphe Plagioklas, der auch hier noch den vorherrschenden Gemengtheil bildet. Im Übrigen ist das Verhalten der beiden Gesteine dasselbe. Interessante Quarz- und Epidotgänge im Orthoklas bringt die Figur 4 auf Tafel II zur Anschauung; erstere communiciren mit den allotrimorphen Quarzkörnern des Gesteins und sind offenbar gleichalterig mit ihnen.

Var. *B*. (Quarzglimmerdiorit.) Sie schliesst sich an den in der vorhergehenden Nummer besprochenen Amphibolgranitit an, indem auch hier neben den dicht erscheinenden Plagioklasen frische mit glasglänzenden Spaltungsflächen vorkommen. Als Maximum der symmetrischen Auslöschungsschiefen im Dünnschliffe wurden 15° gefunden, so dass nach Michel-Lévy ein Albit-Oligoklas vorliegen würde.[1] Derselbe erscheint makroskopisch licht grünlich gefärbt, während die der Menge nach auch hier erst in zweiter Reihe stehenden Orthoklase röthlich sind. Im Schliffe unterscheiden sich diese von den Plagioklasen ausser durch den Mangel der Verzwillingung dadurch, dass sie durch Kaolin getrübt werden, während die letzteren der Saussuritumwandlung unterliegen; ist der Schliff sehr dünn, so sieht man diesen Unterschied im reflectirten Licht schon mit freiem Auge, indem sich die Orthoklastrübung durch den weissen Kaolin viel auffallender bemerkbar macht. Auf diese Weise gelangt man dazu, die Menge desselben sehr zuverlässig zu schätzen; im vorliegenden Falle erreichte sie kaum den dritten Theil der Oligoklase. Es wäre daher die Bezeichnung als Quarzglimmerdiorit eigentlich die richtigere.

Der gneissartige Habitus durch die Parallelanordnung der grösstentheils in Chloritumwandlung befindlichen Hornblende und des Biotits tritt hier noch deutlicher hervor. Die idiomorphe Form der beiden letzgenannten Bestandtheile ist ganz verloren gegangen, und finden sich nur unregelmässige Lappen und zwischengeklemmte Massen von tiefgrüner Farbe mit häufiger Epidotbildung und zahlreichen Magnetit-, sowie Apatit Einschlüssen vor. Einzelne, beim Zerschlagen des Handstückes resultirende Flächen sind geradezu erfüllt davon und bieten dann einen Anblick, der an denjenigen gewisser Amphibol- oder Chloritschiefer erinnert.

Var. *C*. Diese unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die umgewandelten Plagioklase ein ausgesprochen sericitisches Aussehen annehmen, indem sie ihre ursprüngliche Härte bis auf den dritten

[1] Rosenbusch, a. a. O. I. S. 540.

Härtegrad ermässigt haben und bei dichter, bis feinschuppiger Structur an manchen Stellen geradezu fettglänzende Bruchflächen, sowie einen splitterig-schiefrigen Bruch aufweisen.

Hornblende und Biotit zeigen sich hier viel frischer wie in der Varietät *B*, auch lange nicht in so deformirtem Zustande, da beide bei ihrem normalen Verhalten schon mit freiem Auge sehr wohl zu unterscheiden sind. Der Biotit bildet bis 5 *mm* grosse schwarzgraue Tafeln, die Hornblende ebenso grosse Säulchen; beide, besonders aber letztere zeigen unter dem Mikroskope neben chloritisirten auch noch ganz intact gebliebene Partien mit starker Absorption.

Orthoklas (es ist auch etwas Mikroklin vorhanden) und Quarz sind von ähnlichem Aussehen und in relativ gleicher Menge wie in dem vorhergehenden Gesteine enthalten.

Im Dünnschliffe bemerkt man vielfach Reste von Orthoklas in einem kleinkörnigen Gemenge von Quarz und reichlichem Calcit liegen; letzterer verräth sich auch durch das Brausen beim Betupfen des Gesteines mit Säure; die Epidotisirung ist dagegen kaum wahrzunehmen.

Eine Annäherung aus dem Habitus der Massen- in denjenigen der krystallinischen Schiefergesteine, liegt auch hier durch die Thatsache vor, dass man beim Anschlagen des Stückes deutlich einen Quer- und einen Längsbruch unterscheiden kann, ein Umstand, welcher in diesem Falle mehr auf Rechnung der wie zerquetscht erscheinenden, sericitischen Plagioklase kommt.

30. Quarz-Porphyr (Mikro-Granit).

Abstieg vom Rabanica-Pass nach Nord.; Findling.

Die Grundmasse ist licht röthlich, von gleichmässiger Dichte, und mattem, wenig splitterigem Bruche. An den der Verwitterung ausgesetzt gewesenen Stellen geht sie in eine durch Kaolinisirung fast weiss gewordene Rinde von „Thonstein" über. Von Einsprenglingen fallen makroskopisch nur die kleinen, meistens kaum 1 *mm* grossen Quarzkörner in die Augen, welche gleichmässig, doch nicht gerade reichlich im Gesteine vertheilt sind. Die im Dünnschliffe schon mit freiem Auge leicht kenntlichen Orthoklas-Krystalle verschwinden im Gesteine wegen ihrer durch vorgeschrittene Umwandlung ganz matt erscheinenden Bruchflächen. Ausser zwei oder drei etwa 1 *mm* grossen Erzpartikeln von nahezu quadratischer Form und braunem Striche — Limonit — liess sich am Handstücke kein anderer Bestandtheil unterscheiden.

Im Dünnschliffe sieht man zunächst unter der Loupe die Grundmasse nicht überall vollkommen gleichartig, sondern man bemerkt schlierenförmige Anreicherungen derselben mit den färbenden winzigen Eisenerztheilchen, ohne indess eine ausgesprochene Fluidalstructur zu erkennen. Unter dem Mikroskope zeigt sich eine Reihe feiner Gangadern, zum Theil durch jüngere verworfen, welche mit einem etwas grösserkörnigen Quarzaggregate ausgefüllt sind, als jenes ist, welches an der Zusammensetzung der Grundmasse theilnimmt. Diese selbst ist, ganz wie es die Rosenbusch'sche Charakteristik des Mikrogranites[1] erfordert, ein holokrystallines, hypidiomorphkörniges Aggregat von vorwaltenden Quarz- und weniger zahlreichen Feldspathindividuen, deren durchschnittliche Grösse 0·02—0·03 *mm* beträgt, bis 0·1 *mm* steigt und unter 0·005 *mm* fällt, und welche bei genügender Vergrösserung immer noch deutlich begrenzt erscheinen. Die ganze Grundmasse durchsetzend, finden sich die dem Eisenglimmer zuzuzählenden, bei starker Vergrösserung mit rother Farbe durchsichtig werdenden, punkt- und blättchenförmigen „Ferrite" vor, denen sich nur ganz selten kleine Körnchen und Octaëderzwillinge von Magnetit beigesellen; local zu dichterem Haufwerk geselt und zuweilen rostige Flecken bildend, findet sich aber auch Limonit vor, in welchem sich hie und da geringe Mengen von Calcit als secundäre Bildung erkennen lassen. An Menge stehen die Eisenerze aber hinter den grünlichen Körnchen und Pünktchen der noch viel häufigeren „Viridite" zurück, welche in und zwischen den die Grundmasse bildenden Mineralen vorkommen.

Die porphyrisch ausgeschiedenen Quarze sind in der Regel von Krystallflächen begrenzt, was aus der wenigstens partiell geradlinigen Umgrenzung ihrer Durchschnitte hervorgeht; sie enthalten zahlreiche, win

[1] Mikrosk. Physiographie, II. S. 380.

zige Einschlüsse nach Art der Granitquarze, sind aber häufig zerbrochen, zuweilen in viele Trümmer, die sich dann beisammen finden, und im Ganzen gleichzeitiges, doch undulatorisches Auslöschen zeigen. In der zwischen sie gedrungenen Grundmasse kommen auch grössere Feldspatheinsprenglinge vor, was unter Umständen den Eindruck hervorruft, als hätten sich dieselben erst nach dem Quarz gebildet. Die Corrosion der Quarze durch die Grundmasse ist oft recht weit vorgeschritten und sind zahlreiche kleinere Theile ehemaliger ganzer Krystalle dadurch im Gesteine zerstreut worden. Auch die so häufigen Einschlüsse der Grundmasse in erhalten gebliebenen Krystallen kommen vor.

Im durchfallenden Lichte nur undeutlich aus der Grundmasse hervortretend und meistens erst bei gekreuzten Nicols scharf begrenzt, findet man die Feldspatheinsprenglinge bei letzterer Beobachtungsart über Erwarten häufig. Es sind nicht blos Orthoklase, sondern auch Plagioklase treten in fast gleicher Menge in Einsprenglingen, wie auch als Bestandtheile der Grundmasse, dort aber nur spärlich auf. Die Grösse der Feldspathkrystalle erreicht selten 1 *mm* und der Grad der Reinheit ihrer Subtanz ist bei beiden Arten nahezu gleich: ein ziemlich vorgeschrittenes Stadium des Kaolinisirens, welches eben die Ursache ihres Verschwindens in der Grundmasse (bei makroskopischer Betrachtung) wird; nur untergeordnet erscheint auch Muscovit unter den Umwandlungsproducten. Das Maximum der symmetrischen Auslöschungsschiefe der Plagioklase, welches im Dünnschliffe gemessen werden konnte, betrug 14°, wodurch die Zugehörigkeit dieser häufig nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingten Feldspathe zum Oligoklas wahrscheinlich wird. Öfters sind auch an ihnen Verbiegung der Zwillingslamellen und Zerstücklung wahrzunehmen, welche Eigenschaft sie mit den anderen Mineraleinsprenglingen theilen; so wurde ein ganz eigenartiges Durcheinander von Orthoklas und Quarz, welches wie ein Nest plötzlich grobkörniger krystallisirter Grundmasse aussieht, jedenfalls aber aus Bruchstücken von Einsprenglingen besteht, wahrgenommen.

Die farbigen Bestandtheile, d. h. die Minerale der magnesium- und eisenhältigen Silicate, scheinen ganz zu fehlen. Die minimalen Mengen des grünen Glimmerminerals, welche sich im Dünnschliffe vorfanden, bilden kleine Gruppen zarter Schüppchen, sind nur wenig pleochroitisch und wohl grossentheils secundärer Chlorit.

31. Granit-Gneiss.

Oberer Vid (Nordseite des Rabanica-Passes).

Mittelkörnig, von körnigflaseriger Structur, welche erst beim Betrachten des Dünnschliffes unter der Loupe deutlich hervortritt, da das Handstück durch Verwitterungsklüfte in kleine Theile zerfiel, welche nicht gestatteten, durch Anschlagen grössere, frische Bruchflächen zu erzeugen. Man bemerkt in diesem Falle ein überaus zartes Netz von grünen, wellenförmigen Glimmerzügen, die nach einer Richtung vorherrschen, und in deren Maschen die beiden anderen Gemengtheile liegen. Dadurch gewinnt man auch den Eindruck einer Annäherung an die Structur der Perlgneisse. Die Grösse der so umschlossenen Feldspathe und Quarze schwankt durchschnittlich zwischen 1 bis 3 *mm*. Erstere sind der überwiegende Bestandtheil und theils röthlich gefärbt, dabei gut spaltbar, theils lichtgrau bis nahezu weiss, dann in der Regel dicht, doch konnte an sporadischen Spaltungsflächen Zwillingsstreifung bemerkt werden.

Unter dem Mikroskope erwiesen sich die frisch aussehenden Feldspathe zum Theil als Mikroklin, was auch durch Spaltblättchenschliffe ganz zweifellos zu constatiren war. Die gestreiften, stark in Glimmer (Paragonit?) umgewandelten Feldspathe (auch gleichzeitige Verzwillingung nach dem Albit- und Periklingesetz findet sich vor), zeigten in den Spaltblättchen nach 001 nur minimale Auslöschungsschiefen (2 bis 3°); an Blättchen nach der Längsfläche konnten Schiefen von $16^1/_2°$ bis 19° gemessen werden, was für die Zugehörigkeit zur Albit-Oligoklas-Reihe spricht. Die Behandlung mit Kieselfluorwasserstoff bestätigte das Ergebniss der optischen Untersuchung, indem sich neben den prädominirenden Säulchen des Natriumsalzes, wenn auch in geringer Menge die Gebilde des Kieselfluorcalciums ergaben.

Der Quarz zeigt sich unter dem Mikroskop als durchwegs aus kleinkörnigen Aggregaten bestehend; er ist vielfach von Flüssigkeitseinschlüssen getrübt und einzelne grössere Partikel sehen durch fadenförmige Schlieren ganzer Schwärme derselben wie gestreift aus.

Da die Einschlüsse ungemein klein sind, so bedarf es starker (über 300facher) Vergrösserungen, um sie aufzulösen.

Vielfach tritt der Quarz auch als Ausfüllung von Klüften der Feldspathe auf und schliesst dann häufig losgerissene Partikel der letzteren in sich.

Fast aller Glimmer ist Biotit, welcher die pleochroitischen Farbenextreme licht gelbgrün und tief blaugrün aufweist und zum grossen Theile chloritisirt ist, wofür auch der ausgeprägte Wasserbeschlag beim Glühen lufttrockener Gesteinssplitter im Kölbchen spricht. Von Accessorien fanden sich, hauptsächlich den Glimmerzügen folgend, doch nur in geringer Menge Apatit und peripherisch in Limonit umgewandelte sehr kleine Pyrit-Würfelchen, ab und zu auch Zirkon.

32. Quarz-Diorit-Porphyrit.

Vid. Findling zwischen Teteven und Glozen.)

Das Gestein hat eine dunkelgraugrüne Farbe, welche der nahezu dicht erscheinenden Grundmasse eignet Die Bruchflächen derselben sind unregelmässig und erscheinen in einem eigenthümlichen, durch den Filz der zahlreichen kleinen Hornblendesäulchen verursachten Glanze. Als porphyrisch ausgeschiedene Einsprenglinge treten, nach ihrer Häufigkeit in Reihe gestellt, ein Plagioklas, Amphibol, Quarz und Biotit auf; alle diese Einsprenglinge sind indessen nicht allzu reichlich vorhanden, denn in den Dünnschliffen überwiegt die Fläche der Grundmasse jene der Durchschnitte durch die älteren Krystalle. Da sowohl die Hornblende- als als auch die Glimmerkrystalle schon bei makroskopischer Betrachtung sofort in die Augen fallen, so liegt nach der Rosenbusch'schen Bezeichnung[1] Quarzamphibolglimmer-Diorit-Porphyrit vor.

Die Einsprenglinge charakterisiren sich folgendermassen:

Quarz tritt nicht eben reichlich (in einer quarzreichen Partie eines Handstückes konnten an einer etwa 2 *cm*² messenden Bruchfläche 10 Quarzkörner gezählt werden) in etwa 1—2 *mm* grossen, partiell mit Krystallflächen versehenen Körnern auf, von denen dann gerne mehrere corrodirte Bruchstücke desselben Krystalls beisammen liegen. Durch Einschlüsse erscheint ihre Substanz in ganz schwach milchiger Trübung.

Der Plagioklas variirt in seinen Dimensionen recht beträchtlich. Es finden sich Krystalle, die kaum 1 *mm* gross sind, bis zu solchen, welche in ihren Durchschnitten 5×4 und 7×3 *mm* messen. Alle sind durch Umwandlungsproducte weiss oder lichtgrünlich bis graulichweiss gefärbt; dabei erscheinen viele der Bruchflächen bereits matt und uneben, nur die vollkommenste Spaltungsfläche zeigt dort, wo sie auftritt, noch Glasglanz und deutliche Zwillingsstreifung. Die Begrenzungselemente der Krystalle sind die gewöhnlichen Typen: (010), (001), (20$\bar{1}$), dann auch (110) und (1$\bar{1}$0); der Habitus ist dicktafelförmig nach (010). Karlsbaderzwillinge, von polysynthetischen Plagioklasen gebildet, sind recht häufig. Die optische Untersuchung von Spaltblättchenschiffen ergab Auslöschungsschiefen auf 001 von 5° bis 7°, auf (010), wo sie wegen der Umwandlungsvorgänge nur schwierig zu beobachten waren, von 16° bis 20°. Nach der Schuster'schen Tabelle ist also ein Plagioklas vorhanden, welcher an der Grenze zwischen Andesin und Labradorit liegt und etwa dem Mischungsverhältniss Ab_1An_1, bis Ab_3An_4 entspricht, welche Zusammensetzung recht gut mit den durch die Bořický'sche Probe erhaltenen Mengenverhältnissen der Na- und Ca-Kieselfluoride stimmt. Ein an einzelnen Probesplitterchen sporadisch aufgetretener, aber wesentlicher K-Gehalt scheint auch hier durch

[1] Mikrosk. Physiographie, II, S. 302. Das auf S. 304 als sehr normaler Typus eines Quarz-Diorit-Porphyrites erwähnte Gestein von Biella könnte nach den aufgezählten Bestandtheilen ein Analogon in unserem bulgarischen Vorkommen besitzen, nur dass hier statt „etwas" Hornblende in der Grundmasse der Ausdruck „viel" Hornblende zu setzen wäre.

das Mitvorkommen von Anorthoklas bedingt zu sein, dagegen war reiner K-Feldspath nicht vorhanden, indem auch in diesem Falle die Menge der gebildeten Na-Kieselfluoride weitaus überwog.

Andeutungen zonarer Structur, wobei eine weisse Randzone einen durchsichtigeren (weniger umgewandelten) Kern umgibt, sind häufig. Als makroskopischer Einschluss im Plagioklase konnte Magnetit beobachtet werden.

Die Hornblende findet sich in schwarzen, säulenförmigen Krystallen von 1—5 *mm* Länge in nahezu gleicher Menge wie der Plagioklas vor. In Spaltbarkeit und Bruchfläche erscheint sie vollkommen frisch. Die Auslöschungsschiefe auf der Spaltfläche beträgt 15—16°. Als Endigungen der Prismen treten Basis und Pyramide auf.

Biotit, der seltenste unter den Einsprenglingen, bildet meist schwarze, tafelförmige, sechsseitige Säulen von ca. 2—3 *mm* Durchmesser, zum Theil ist er aber in ziemlich vorgeschrittener chloritischer Umwandlung begriffen und ist dann grün. Die frischer erscheinenden schwarzen Krystalle liefern dünne Spaltungsblättchen, welche bald grün durchsichtig und dann nicht mehr elastisch biegsam sind, bald aber noch ihre ursprüngliche braune Farbe und unveränderte Elasticität zeigen.

Makroskopisch erkennbar erscheint noch Pyrit in sparsamen, meist unregelmässigen, nur Bruchtheile eines Millimeters betragenden Einsprenglingen; auch kleine Würfelchen (0·3 *mm*) dieses Minerals fanden sich, doch selten, vor.

Unter dem Mikroskope wird zunächst die Grundmasse in ein holokrystallinisches Gemenge von meist ganz undeutlich begrenztem Feldspath mit Quarz aufgelöst. Der Feldspath wiegt vor und lässt erst in den dünnsten Randpartien des Schliffes, wo man ab und zu sein dem allotrimorphen Quarz gegenüber idiomorphes Verhalten beobachten kann, erkennen, dass viele der kaum 0·01 bis 0·02 *mm* grossen Partikel zuweilen einem einheitlichen Individuum angehören, dessen Substanz durch Umwandlungsvorgänge und Einschlüsse verändert erscheint. Auf diese Weise lassen sich in der Grundmasse ca. 0·1 *mm* grosse, aber stets ungestreifte Feldspathe unterscheiden, deren Bestimmung aber auf optischem Wege unmöglich war. Die Bořický'sche Probe an Splittern der Grundmasse lieferte einen grossen Na- und kleinen K-Gehalt neben den aus den farbigen Bestandtheilen derselben resultirenden Mg- und Fe-Salzen; es scheint daher der Feldspath ebenfalls vorwiegend triklin zu sein. Zu diesem Feldspath-Quarzgemenge gesellt sich nun eine überaus reichlich ausgeschiedene zweite Generation von Hornblende in idiomorphen Säulchen, welche in allen Grössenabstufungen von etwa 0·1- 0·2 *mm* herab zu mikrolithischen Dimensionen vorkommt. Manche der Säulchen sind sehr schlank, fast nadelförmig, bis 0·6 *mm* lang und nur wenige Hundertel-Millimeter dick. Die breiteren und dabei kürzeren Hornblenden weisen einen zonalen Bau auf, der sich in einer Verschiedenheit der Färbung äussert. Die peripherische grüne Farbe geht meist allmälig — in braun über, und in den centralen Partien findet sich oft wieder ein grüner Kern. Die Endigungen der Säulchen sind meist unregelmässig bis fasrig, in Folge des Schnittes mit den Schliffoberflächen; an den kürzeren, breiteren Formen waren (001) und (111) deutlich entwickelt; die Längsfläche (010) ist nur ganz untergeordnet vorhanden, daher die Querschnitte meist Rhomben sind. Sehr häufig ist die Zwillingsbildung nach der Querfläche zu beobachten.

Als Einschluss in diesen, sowie in den Hornblenden der ersteren Generation fand sich nur spärlich Magnetit und Apatit. Letzterer ist in schönen Säulchen mit der Pyramide besonders in den etwas grösseren Quarzaggregaten der Grundmasse vorhanden, die in grosser Reinheit gleichsam miarolithische Räume ausfüllen und in der Regel von Gruppen und Bündeln von Hornblendenadeln durchwachsen sind. Auch Biotit fand sich in einer zweiten Generation, zum Theil in deutlicher Chloritisirung begriffen, in solchen miarolithischen Räumen vor. Dazu gesellen sich stark lichtbrechende Körner von grünlicher Farbe, die wohl secundär gebildetem Epidot zuzuschreiben sein dürften. Diese Annahme gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass grössere Körner und Ausscheidungen desselben Minerals in den hornblendereichen Partien der Grundmasse nicht selten anzutreffen sind, obgleich man den Erhaltungszustand der Hornblende — im Gegensatze zu demjenigen der Feldspathe — im Allgemeinen als frisch und wenig verändert bezeichnen muss.

Bezüglich der mikroskopischen Beschaffenheit der Einsprenglinge ist Folgendes zu bemerken. Die Quarze erscheinen insgesammt von jenem Kranze feiner Stengel und Fasern von Hornblende umgeben, welche Becke in einem nach der Beschreibung auch sonst viele Analogien mit unserem balkanischen Gesteine zeigenden Quarzglimmer-Diorit-Porphyrit von Steinegg beobachtet hat.[1] Diese Amphibolschichte wird zuweilen ganz beträchtlich dick, wie Fig. 5 auf Taf. I zeigt; in der Regel, jedoch nicht immer, stehen die Faserbündel senkrecht zur Begrenzungsfläche der Quarze; es finden sich an der Grenze zwischen Hornblende und Quarz auch stark lichtbrechende isotrope, rundliche Körner, etwa 0·02—0·04 *mm* gross, vor, welche wohl zum Granat zu stellen sein dürften; ab und zu bemerkt man sie vereinzelt auch in der Grundmasse. Die Auslöschung charakterisirt die Quarze als einheitliche Individuen; von Einschlüssen finden sich abermals die Hornblendenadeln neben Aggregaten doppeltbrechender Substanzen — wohl Theile der Grundmasse — sowie die bekannten lagenförmig angeordneten Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Bläschen.

Die Andesine zeigten unter dem Mikroskope sehr schönen zonaren Bau in zahlreich sich wiederholenden Schichten, deren Auslöschungsdifferenz im Basisschliffe wohl kaum $^1/_2{}^\circ$ erreicht, in den Durchschnitten des Dünnschliffes aber Werthe bis 6° annimmt; da sie jedoch meist stark in Kaolin umgewandelt sind, so gewahrt man, namentlich in den kleineren der Krystalle, kaum mehr Andeutungen der Zwillingsstreifung. Die Umwandlung zu Glimmer und Epidot ist gleichfalls häufig wahrzunehmen, und namentlich einige der Spaltblättchenschliffe liessen die blätterig-strahlige Aggregatpolarisation des ersteren ausgezeichnet erkennen. Structur und Einschlüsse der Hornblende wurden schon erwähnt. Ein schönes Bild zonarer Structur durch häufigen Wechsel der braun und grün gefärbten Schichten gibt Fig. 6 auf Taf. I. Der betreffende Hornblendequerschnitt zeigt auch eine Verwachsung mit einem zweiten, kleineren Krystall, dessen Querfläche in der Prismenfläche des ersteren liegt. Auch Beispiele von Randcorrosion, wobei die Grundmasse sackartig bis zur Hälfte der Krystalldicke eindringt, sind nicht selten.

Am meisten verändert zeigen sich die Durchschnitte der Biotitsäulen. Tiefgrüner Chlorit ist als Umwandlungsproduct am häufigsten; es finden sich aber auch Zwischenlamellen, welche farblos sind und in den Schnitten senkrecht zur Spaltungsrichtung lebhaft polarisiren (Muscovit?). Bei der Betrachtung der unveränderten Spaltblättchen im convergenten Lichte ergab sich nur ein sehr kleiner Axenwinkel; die chloritisirten erwiesen sich als von einer feinfaserigen, Aggregatpolarisation zeigenden Substanz durchsetzt, während die frischen die nach den Richtungen der Druckfigur eingelagerten Rutilnädelchen aufweisen.[1] Es gesellen sich zu diesen drei Richtungen hier noch die senkrecht dazu liegenden, aber selteneren Nadeln parallel zu den Strahlen der Schlagfigur. (Taf. II, Fig. 3.)

Die nachfolgenden Tafeln in Glanzlichtdruck sollen möglichst getreue Bilder der dargestellten Structurverhältnisse geben. Gerade in diesem Punkte ist es wünschenswert, die bei Zeichnungen und darnach hergestellten Lithographien fast unvermeidliche Schematisirung und Generalisirung hintanzuhalten. Die in der neuen Auflage von Rosenbusch's „Mikrosk. Physiographie der Mineralien und Gesteine" enthaltenen Tafeln sind bei der Ausführung der Drucke als anzustrebende — und wohl auch zum grössten Theil erreichte — Normalleistung ins Auge gefasst worden.

Ich muss hier wiederholt bemerken, dass ich die Ermöglichung der Herstellung der Tafeln der grossen Sorgfalt verdanke, welche von Seite der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren auf die Aufnahme der Negative verwendet wurde. Der Leiter der Anstalt, Herr Dr. J. M. Eder, liess von jedem der Präparate eine Reihe von Aufnahmen sowohl auf nassen Collodiumplatten, als auch auf Gelatine-Emulsions-Trockenplatten anfertigen, und wurde dabei als Lichtquelle zum Theile das Sonnen-, zum Theile das

[1] Tschermak, Min.-petrogr. Mittheilungen, Bd. V, S. 152 und Tafel I, Fig. 2 u. 3.

[2] Rosenbusch, Physiographie, I, S. 181 und Taf. XXII, Fig. 1 aus dem Diorit-Porphyrit von Lippenhof bei Triberg.

Linnemann'sche Zirkonlicht in Verwendung gebracht. Im letzteren Falle war — insbesondere bei Anwendung des polarisirten Lichtes — eine Belichtungszeit bis zu 5 Minuten erforderlich.

Aus den vorhandenen Negativen wurden auf Grund zahlreicher Copien die besten für den Druck ausgewählt. Zwei der Negative (Taf. I, Fig. 5, 6) verdanke ich Herrn Ing. F. Hartwich, welcher dieselben versuchsweise bei Anwendung des elektrischen Incadescenzlichtes [1] aufnahm. Auch eine im gewöhnlichen zerstreuten Tageslichte bei $^1/_2$stündiger Expositionszeit aufgenommene Platte (Taf. II, Fig. 5) stellte er mir freundlichst zur Verfügung.

Nur zum Schutze der Tafeln, sowie zur Vereinfachung der Tafelerklärungen mögen die autographirten Überlagsblätter dienen; dieser allein angestrebte Zweck macht es erklärlich, dass bei ihrer Zeichnung durch den Autor von jeder ins Detail gehenden Präcisirung abgesehen werden konnte.

[1] Anordnung etwa wie in Stein: Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung, Bd. I, S. 216—218.

INDEX.

	Seite
Einleitung	265
Systematische Übersicht der krystallinischen Gesteine des centralen Balkan (zugleich Inhaltsverzeichniss der besprochenen Gesteine)	267
Ausserdem wurden noch vergleichsweise folgende Gesteinsvorkommnisse behandelt:	
*Porphyr-Granitit (Krystallgranit), Arzberg im Fichtelgebirge	270
*Granit, Vintel im Rienzthal bei Brixen	271
Porphyrtuff, Kaltwasser bei Raibl	281
Diabastuff, Sechshelden, Nassau	281
Melaphyr, Semil-Szikwaska	282
Grauwacke, Eisenerz	286
„ Herrengrund	286
Teschenit, Teufelsmühle bei Neutitschein	290
Nadeldiorit (Gümbel), Ostbaiern	290
*Diorit, Berkovica-Balkan	291
Granulit, Sipka-Pass	292
Diabas, Iskerschlucht bei Iliscina	296
Epidiorit (Gümbel), Fichtelgebirge	296
*„Quarz-Porphyr“ (Quarz-Glimmer-Porphyrit), Liescha, Kärnten	299
Glimmer-Diorit, Triberg	301, 319
*Grüner Gneiss (Amphibolit), Bockstein-Nassfeld, Gasteiner Thal	301, 302
*Protogingneiss, Vanascar zwischen Savona und Genua	303
Chlorit-Epidotschiefer, Magnesische Halbinsel	304
Albit-Gneiss, Wechsel	304
Hälleflint, Pfahl	305
Gabbro, Höllmühle bei Penig	308
Syenit-Granit, Eibenschütz und Blansko, Mähren	312
Diorit, Sveti-Nicola-Balkan	313
Quarz-Diorit-Porphyrit, Biella	317
Quarz-Glimmer-Diorit-Porphyrit, Steinegg	319

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

TAFEL I.

Fig. 1. Andesitsplitter im Andesittuff der Srednja Gora (5 *c*). Vergr. 69.
a Plagioklasleistchen; *b* Augitsäulchen; *c* Magnetitkörner; *d* Krystallskelette von Magnetit; *A* Augitkrystallbruchstück; *B* ein zweiter andesitischer Splitter mit pilotaxitischer Grundmasse; *C* Zwischenfüllmasse (Tuffmaterial): Calcit, Chlorit und Zerreibsel der grösseren Krystalle und Gesteinssplitter. S. 278.

„ 2. Umwandlung von Feldspath (Plagioklas) in Glimmer und Epidot im Granitit von Hainkiöi (9). Vergr. 45.
A und *B* zwei grössere Feldspathkrystalle; *a* Epidotkörnergruppen; *b* Glimmer-(Muscovit-Schüppchen; *C* Quarz; *D* Hornblende. S. 285.

„ 3. Vertheilung von Hornblende und Plagioklas im Diorit („Nadeldiorit") von Karni dol (13). Vergr. 17.
h Hornblende, *p* Plagioklas; *c* Calcit. S. 290.

„ 4. Miarolithische oder Drusenräume in der Grundmasse des Quarzporphyrits aus dem Bach von Mazalat (19). Vergr. 24.
a a Die kleinen Quarzkrystalldrusen, deren Innenraum mit Chlorit (*b*) ausgefüllt ist; *c* umgewandelte Krystalle von Hornblende und Biotit; *d* die Grundmasse. S. 299.

„ 5. Umsäumung von Quarz durch einen Kranz dichtgedrängter, radial gestellter Hornblendenadeln im Quarzdioritporphyrit aus dem Vid; Findling zwischen Teteven und Gložen (32). Vergr 90.
a Quarzkorn; *b* der Hornblendekranz. S. 319.

„ 6. Zonarer Wechsel braun und grün gefärbter Schichten eines Hornblendekrystalls im Quarzdioritporphyrit aus dem Vid (32). Vergr. 88.
a Hornblende, zonar gebaut; *b* centraler Theil mit secundärem Calcit; *c* kleinerer Hornblendekrystall, dessen Querfläche parallel dem Prisma des grossen Krystalls liegt. S. 319.

TAFEL II.

Fig. 1. Rutileinschlüsse in drei um 60° verschiedenen Richtungen im Biotit des Granitits vor Kalofer. (20). Vergr. 58.
1, 2, 3 die drei Richtungen der Einschlüsse. (Die Einschlüsse treten hier bei + Nicols scharf und hell aus dem dunklen Glimmer hervor.) S. 301.

„ 2. Einschluss von Helminth im Quarz des Hälleflintgneisses vom Aufstieg zur Rosalita-Passhöhe (23). Vergr. 43.
a Quarz; *b b* die wurmförmig gekrümmten Helminthsäulchen; *c* Anhäufungen derselben. S. 306.

„ 3. Rutileinschlüsse in sechs Richtungen nach der Druck- (1, 2, 3) und Schlagfigur (4, 5, 6) des Biotits im Quarzdioritporphyrit aus dem Vid; Findling zwischen Teteven und Gložen) (32). Vergr. 70. S. 319.

„ 4. Gänge von Quarz und Epidot im Orthoklas des Amphibolgranitits aus dem Bachbette des oberen Vid (29). Vergr. 22.
a Orthoklas; *b* Quarz; *c* Quarzgänge; *d* Epidot; *e* Amphibol. S. 314.

„ 5. Hypersthen aus dem Limburgit von Gjusevo (12). Vergr. 42.
s Spaltungsrisse; *m* die bekannten tafelförmigen Titaneisen(?)-Mikrolitheneinschlüsse. S. 289.

„ 6. Randliche Kataklase zwischen Feldspath und Quarz aus dem partiell (durch Druck) in eine Mikrobreccie verwandelten Granit vom Wege von Rahmanli auf den Rabanica-Pass (26 Var. *A*). Vergr. 38.
1—4 Randlich corrodirte Feldspathe. Die Contour ist vielfach zerrissen und in Splitter aufgelöst, welche im Quarz schwelen; *q* Quarz; *dd* eine Drucklinie im Quarz, längs welcher die Auflösung in kleinkörnige Aggregate besonders vorgeschritten ist.
Der viereckige Gesteinssplitter steht in einem von Granitzerreibsel erfüllten Gang des Gesteins. S. 310.

TAFEL III.

Fig. 1. Verwerfung eines Plagioklases im Granit vom Wege von Rahmanli auf den Rabanica-Pass (26 Var. *A*). Vergr. ca. 50.
P$_1$ und *P*$_2$ die beiden durch den Quarzgang *gg* verworfenen Stücke des Plagioklases; *kkk* feine Verwerfungsklüfte quer gegen die Lamellirung. S. 310.

„ 2. Desgleichen. Vergr. 50.
1—4 Stücke des verworfenen Plagioklasindividuums *PP*; *g* Gang, erfüllt mit Granitzerreibsel, durch den Krystall setzend; *kk* Verwerfungsklüfte. S. 310.

„ 3. Krümmung und Aufblätterung der Plagioklaslamellen durch Druck. Granit von Rahmanli (26 Var. *A*). Vergr. 30.
1—3 Stücke des Plagioklases; g_1 und g_2 Quarzgänge im Plagioklas; *kkk* Druckklüfte quer zu den Lamellen und schief zur Schliffebene; k_1 Trennungsklüfte zwischen den gebogenen Lamellen. S. 310.

„ 4. Hochgradige Kataklasstructur: Verwerfung und Zerreissung eines Mikroperthits in sechs Theile. Granit von Rahmanli (26 Var. *B*). Vergr. 40.
1—6 Die einzelnen Theile des Mikroperthits; *qq* der in ein sehr feinkörniges Aggregat aufgelöste Quarz. S. 311.

„ 5. Verwerfung, Zerdrückung und Auflösung in Aggregate von Feldspath (Plagioklas) und Quarz im Breccengneiss vom Aufstieg zur Rosalita-Passhöhe (Südseite) (24). Vergr. 48.
aa Ein in etwa 16 Theile zerdrückter und verworfener Plagioklaskrystall; *bb* Quarz, in bänderförmig angeordnete Aggregate aufgelöst und mehrfach verworfen (1—12). S. 308.

„ 6. Auswalzung und Zerdrückung der Quarze zu kleinkörnigen Aggregaten und Stauung an Feldspathecken im Granitgneiss (Oligoklasgneiss) vom Trojan-Pass (25). Vergr. 23.
F Feldspath; *q* Quarz; *aa* vorspringende Feldspathecke, längs welcher eine Auflösung in langgestreckte, besonders feinkörnige Aggregate erfolgte; *b* Bucht zwischen zwei Feldspathen mit grösseren Quarzkörnern; *h* ausgewalzte Hornblende. S. 309.

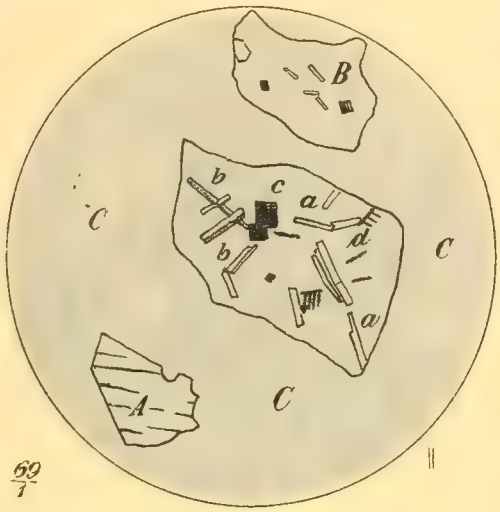


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

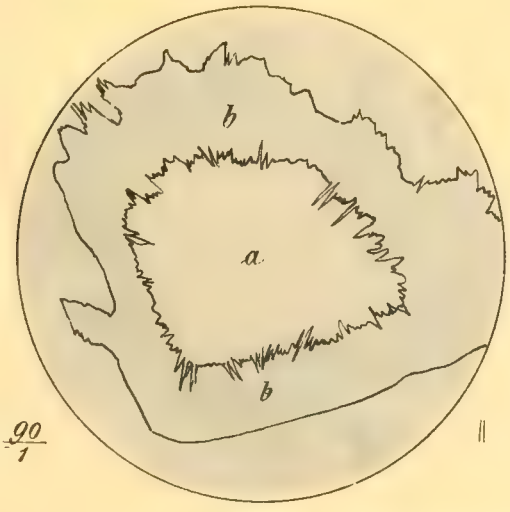


Fig. 5

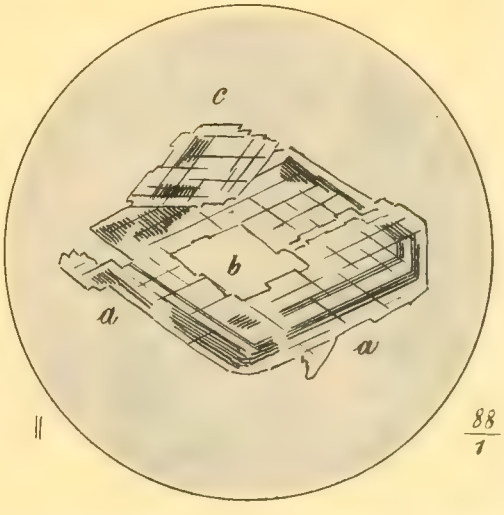


Fig. 6

Fig. 1.

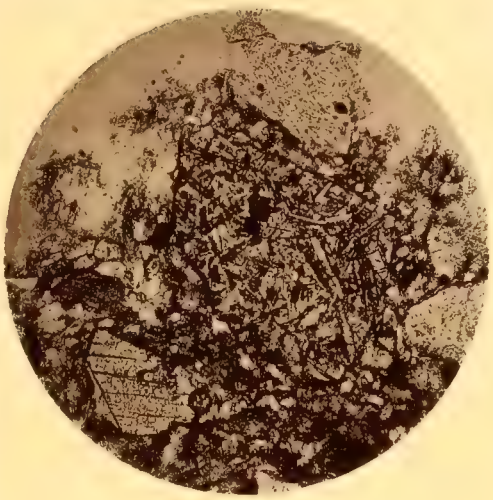


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

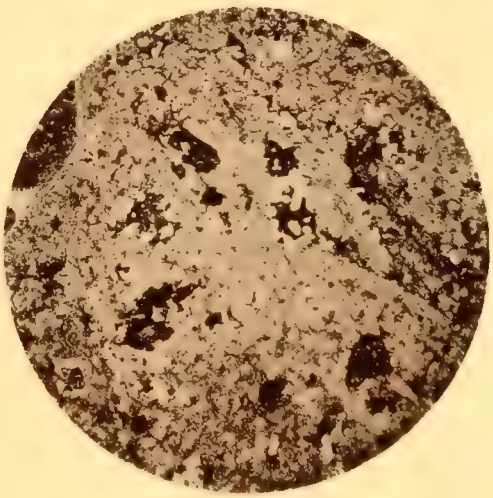


Fig. 5.

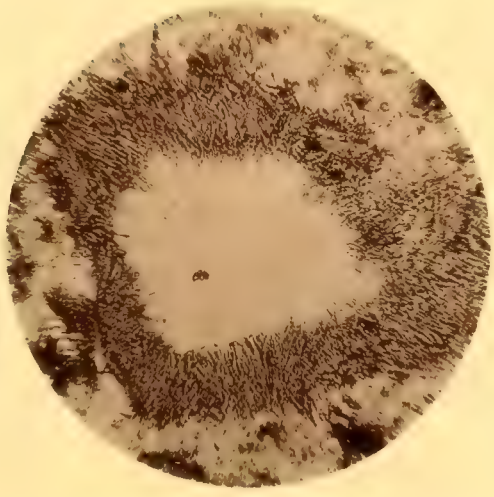
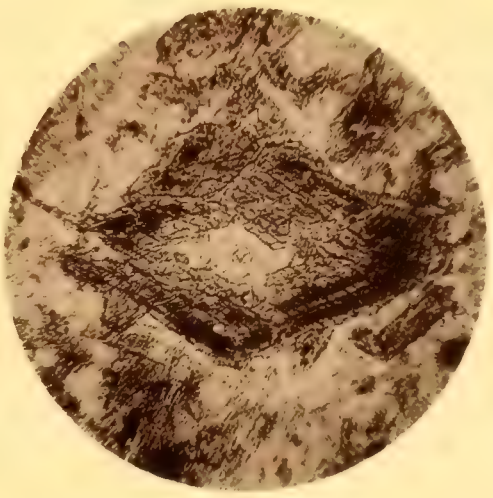


Fig. 6.



Negative von Dr. J. M. Eder; Fig. 5, 6 von F. Hartwich

Lichtdruck von M. Jaffé, Wien

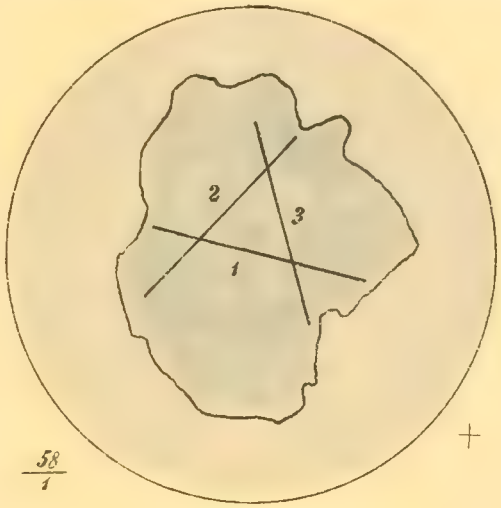


Fig.1

58/1

Fig.2

43/1

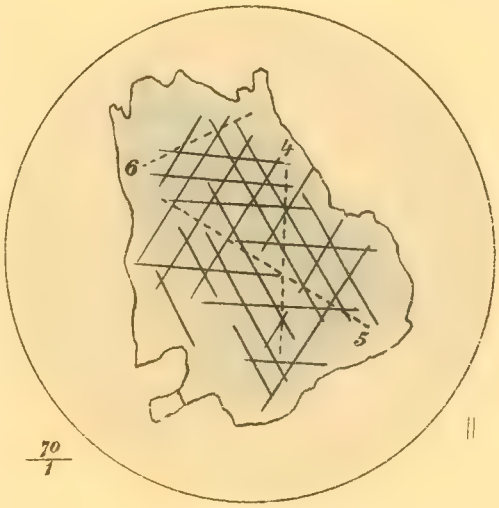


Fig.3

70/1

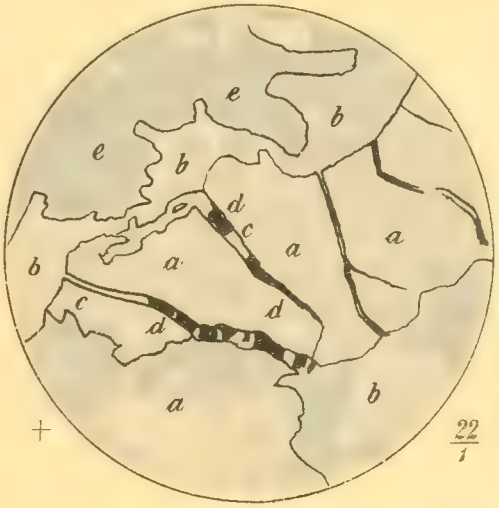


Fig.4

22/1

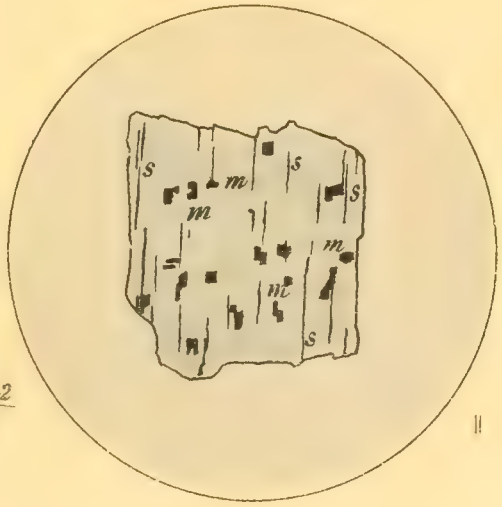


Fig.5

42/1

Fig.6

38/1

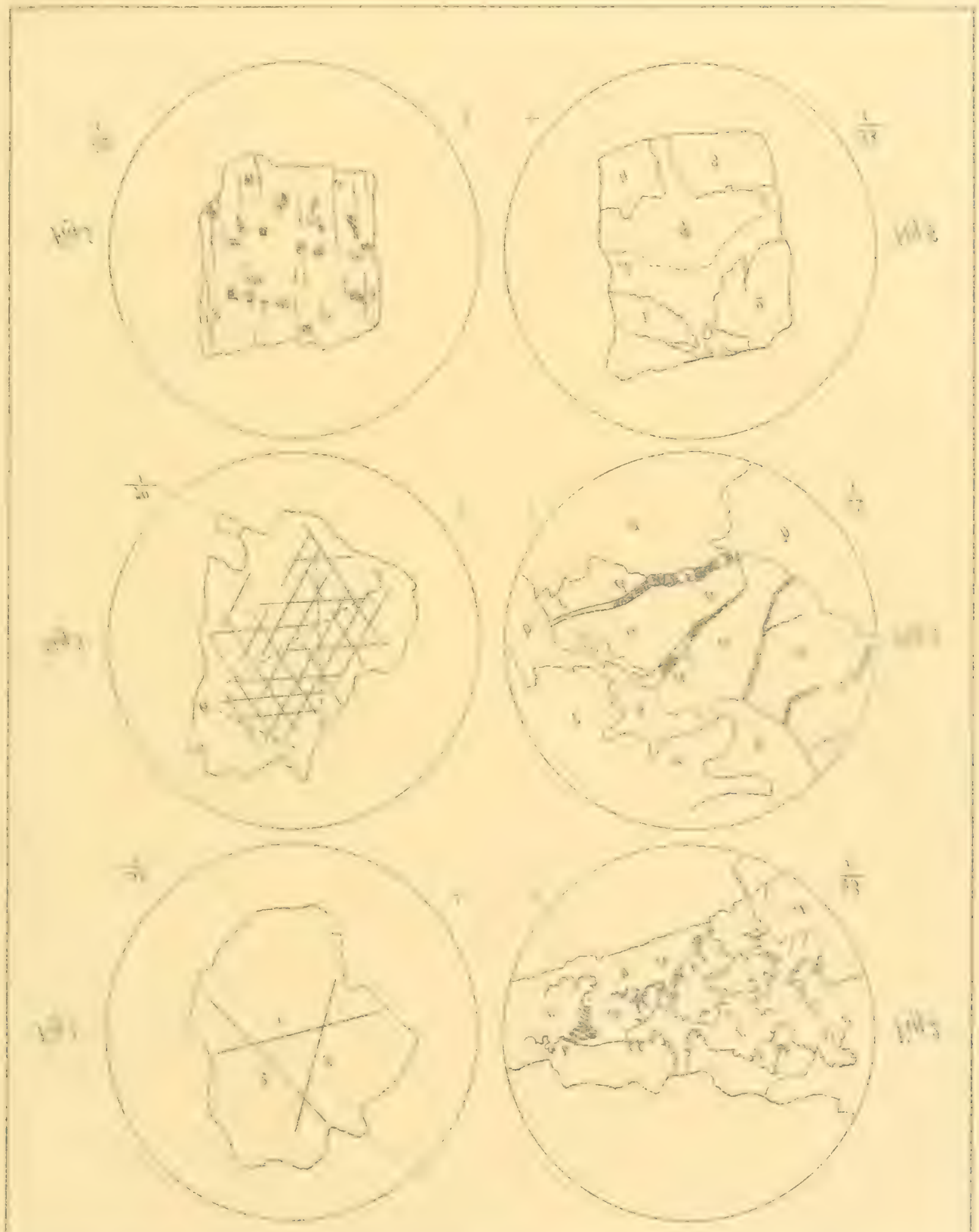


Fig. 1.

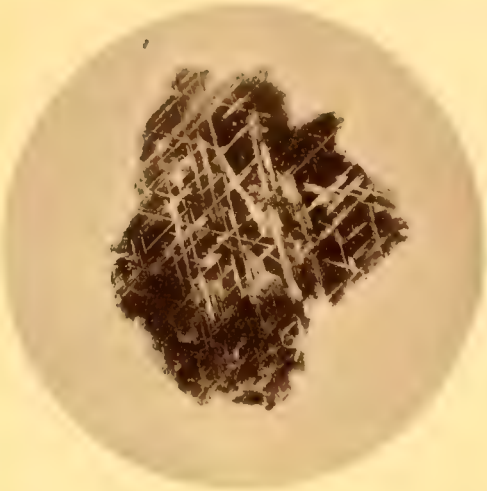


Fig. 2.

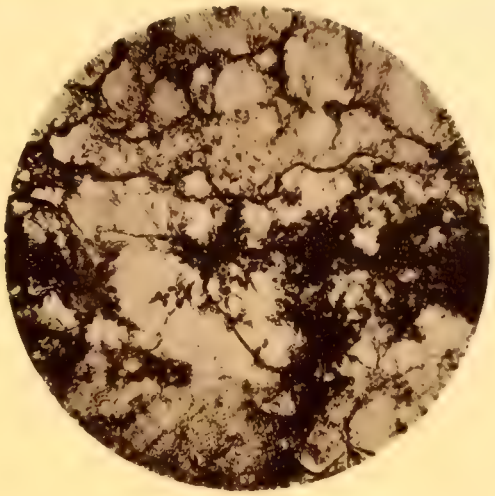


Fig. 3.

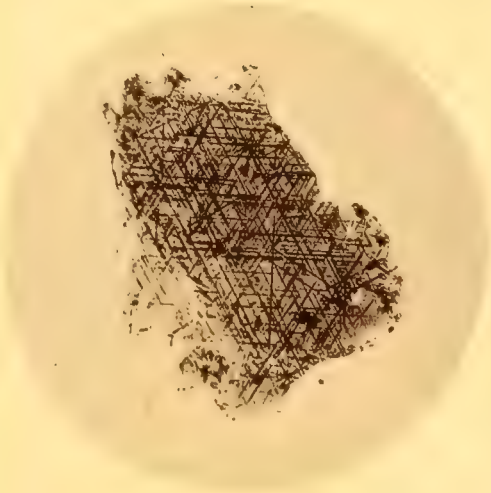


Fig. 4.

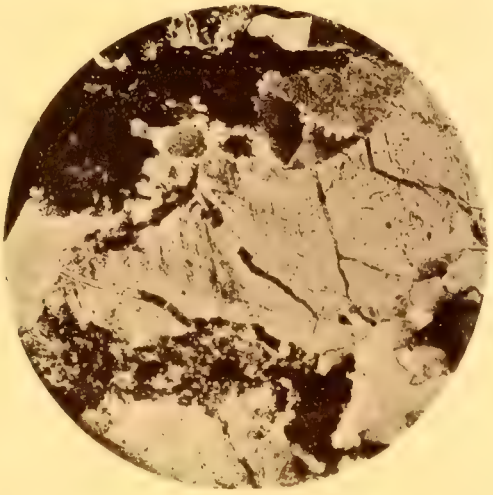
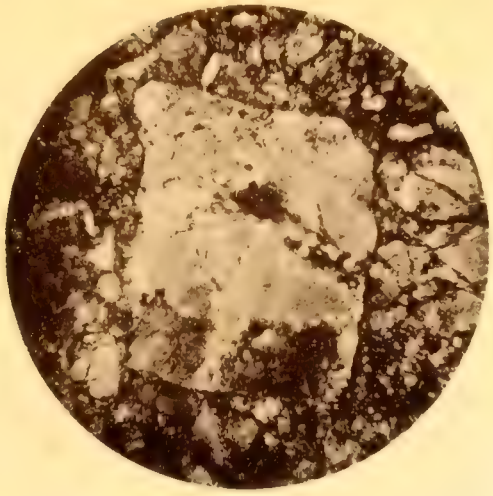


Fig. 5.

Fig. 6.



Negative von Dr. J. M. Eder.

Lichtdr. d. k. k. graph. M. Jaffé, Wien.

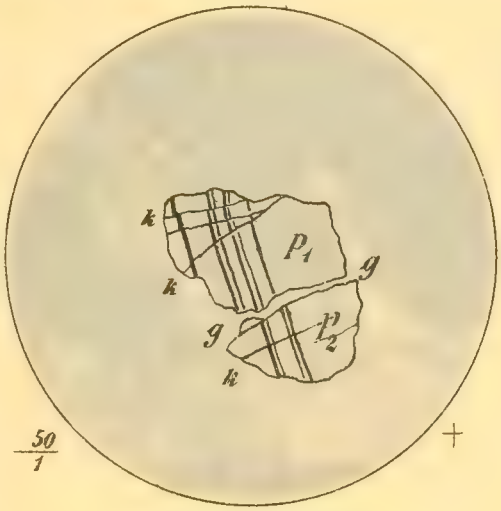


Fig.1

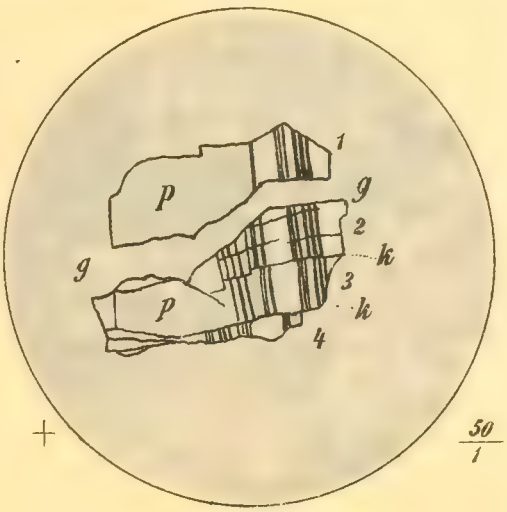


Fig 2

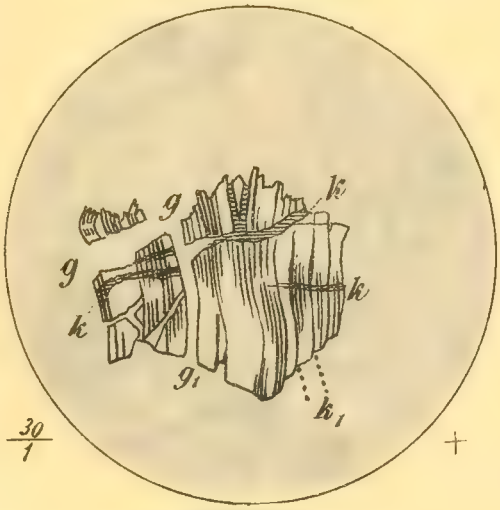


Fig.3.

Fig.4

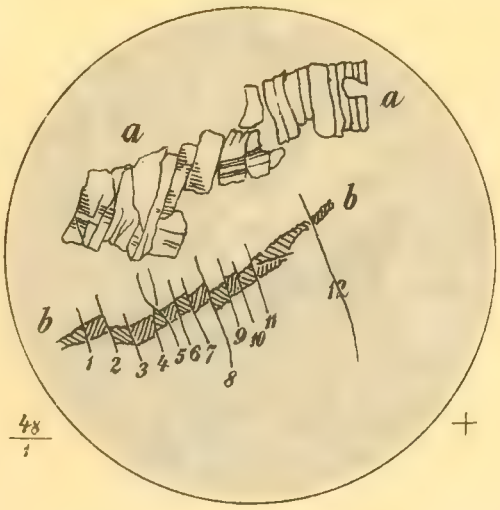


Fig.5.

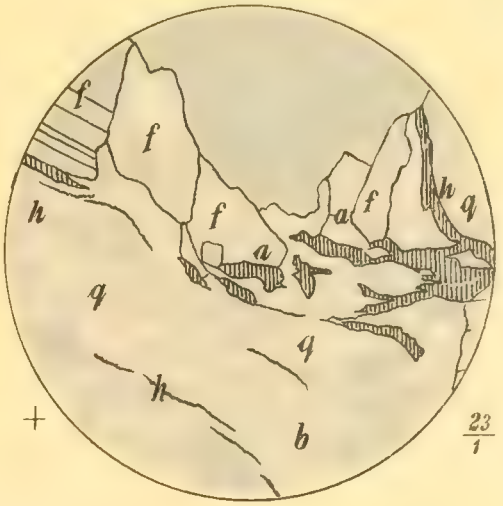


Fig.6

Fig. 1.

Fig. 2.

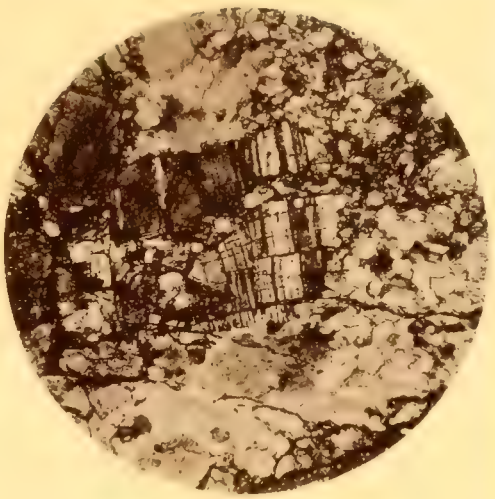


Fig. 3.

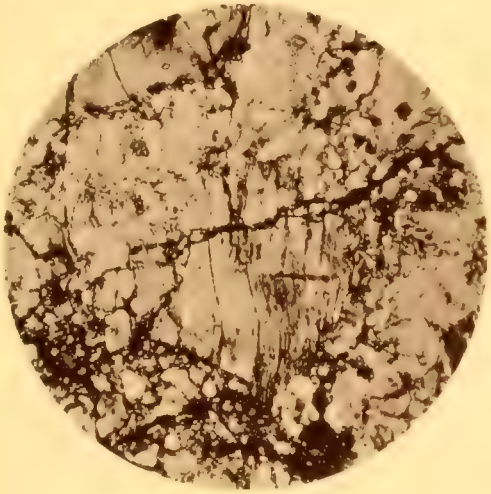


Fig. 4.

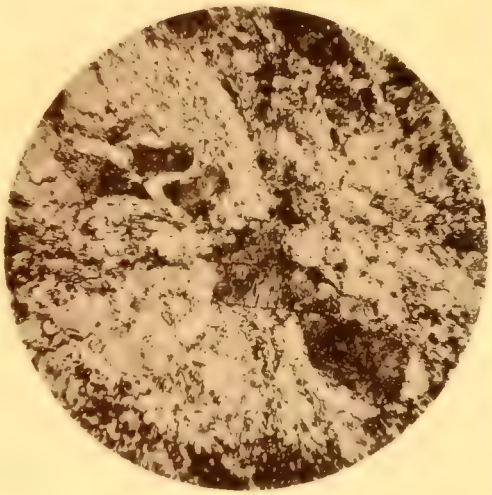


Fig. 5.

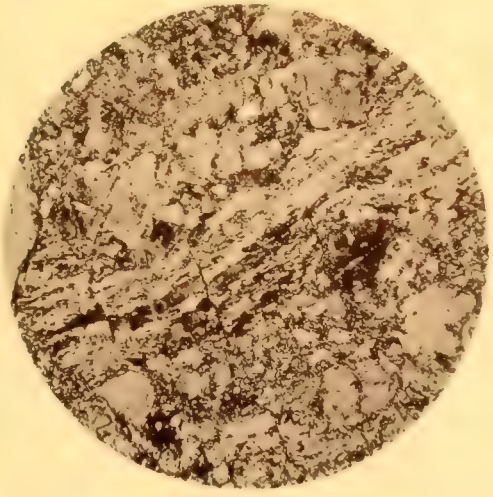
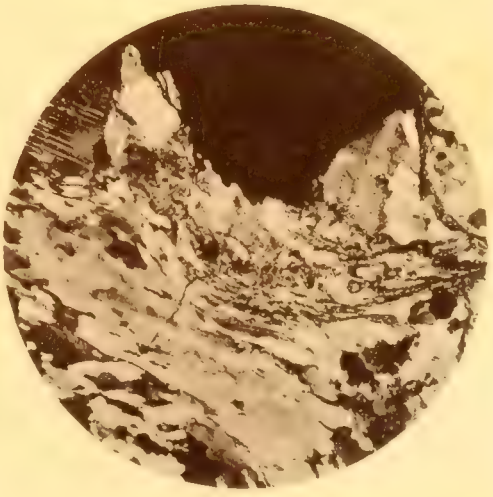


Fig. 6.



Denkschriften d. kais. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Classe. Bd. LVII.

GEOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN IM ÖSTLICHEN BALKAN

UND

IN DEN ANGRENZENDEN GEBIETEN

VON

FRANZ TOULA.

(Mit 5 Tafeln und 41 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. JÄNNER 1890.

I. Übersicht über die Reiserouten und die wichtigsten Resultate der Reise.

Über Beschluss der akademischen Boué-Commission wurde mir von Seite der kaiserlichen Akademie der Auftrag, meine geologischen Untersuchungen im Balkan durch Untersuchung des östlichen Theiles dieses Gebirges zum Abschluss zu bringen. Ich erfreute mich auch dieses Mal der werkthätigen Unterstützung von Seite der fürstlich bulgarischen Regierung und aller administrativen Behörden, und bin ich für deren Erwirkung in erster Linie dem k. u. k. österreichisch-ungarischen Generalconsul in Sofia, Herrn Stefan Burian von Rajecz zu Danke verpflichtet. Von Seite der fürstlich bulgarischen Regierung wurde mir in der freundlichsten Weise bekannt gegeben, es werde sich mir ein Lehrer des Gymnasiums von Sofia (früher in derselben Eigenschaft in Filibe und Sliven), Herr Hermenegild Skorpil als officieller Begleiter für die Dauer der ganzen Reise anschliessen und ein zweiter Herr von demselben Gymnasium freiwillig mit uns reisen Herr G. N. Zlatarski, der mich auf zwei früheren Reisen begleitete, war leider ausser Landes und dienstlich verhindert, sich mir auch diesmal anzuschliessen. Auf diese Aussicht hin nahm ich den, mir von dem österreichisch-ungarischen Generalconsul zu Ruščuk (Herrn K. v. Kwiatkowski) warm empfohlenen Kawassen des Consulates, Gülanli Ali als Diener mit, der mir in dem vorwiegend von Osmanen bewohnten Reisegebiete von grossem Nutzen zu werden versprach, wenngleich er des Deutschen nicht mächtig war. Er hat mich auf der ganzen Reise begleitet und mir unermüdlich gedient, wenngleich ich genöthigt war, um mich, wenn die Zeichensprache versagte, verständigen zu können, einen zweiten Diener aufzunehmen, und ich kann von Glück sagen, dass ich einen solchen in der Person eines disponiblen Maschinenarbeiters (Jos. Juhas aus Temesvár) zu Sliven werben konnte, der sich mit Ali in rumänischer Sprache vollkommen zu verständigen vermochte. Dazu ward ich durch den sehr unangenehmen Umstand gezwungen, dass mir Herr Skorpil, der sich erst, nachdem ich den ersten und längsten Reiseweg von Ruščuk nach Sliven zurückgelegt, in Sliven zu mir gefunden, nach der Rückkehr von einem mehrtägigen gemeinschaftlichen Ausfluge durch den Sliven-

Balkan nach Sliven erklärte, er fühle sich derart übermüdet, dass er mich nicht weiter begleiten könne. Ganz zufällig traf ich später mit Herrn Skorpil in Aitos wieder zusammen, und begleitete er mich von dort nach Varna. Die Unverdrossenheit meiner beiden Diener und die Ausdauer meines wackeren türkischen Fuhrmannes (Suleiman aus Rasgrad) und seiner Pferde ermöglichten mir die Durchführung meiner Reise, die mich im Ganzen sechsmal über das Gebirge führte.

Ausser meiner Danksagung an das fürstlich bulgarische Ministerium, die fürstlichen Bezirksbehörden und die schon genannten Persönlichkeiten bin ich noch folgenden Herren zu besonderem Dank für die Förderung meiner Reisezwecke verpflichtet: Dem k. u. k. österr.-ungar. Vice-Consul v. Pogatscher in Varna (jetzt Consul in Monastir) und dem kaiserl. deutschen Vice-Consul Baron v. Brück in Varna, den Herren Bezirksingenieuren Pifnička in Rasgrad, Jeletz in Sliven und Müller in Šumla, dem Herrn Inspector Jos. Javaschov in Rasgrad, den Herren Stationsvorständen Schneller in Šumla road und Steiner in Ruščuk und dem Herrn Doctorand Darlanski in Kotel.

Es ist mir eine der angenehmsten Pflichten, den genannten Herren meinen Dank an dieser Stelle abzustatten. Ebenso bin ich aber den Herren Director Theodor Fuchs und Dr. V. Uhlig, ersterem für Rathschläge und Fingerzeige bei Bestimmung der Eocän Fossilien, letzterem für die Bestimmung der Barrême-Fossilien von Rasgrad zu verbindlichem Danke verpflichtet.

1. Von Ruščuk nach Sliven. (Erste Balkan-Passage.)

Von Ruščuk fuhr ich am 22. August 1888, nachdem ich aus den durch Peters und vor allen durch v. Hochstetter bekannt gewordenen Diceratenkalken an der Donau Einiges gesammelt und unter Anderem auch das Vorkommen von Nerineen, Trigonien und Korallen in dem cretacischen Baumaterial von Ruščuk festgestellt hatte, mittelst der Bahn nach Rasgrad, wo durch freundliche Anregung von Seite des Herrn v. Kwiatkowski durch Herrn Bezirksingenieur Pifnička ein Fuhrwerk besorgt worden war. Im Musealraume des Gymnasiums dieser Stadt fand ich ziemlich reichhaltige Aufsammlungen aus den Kreideablagerungen der Umgebung von Rasgrad vor, die mir freundlichst zur Verfügung gestellt wurden, und die in mehrfacher Beziehung unser Interesse in Anspruch nehmen und eine Altersbestimmung mit genügender Sicherheit durchzuführen gestatten.

Es sind drei Arten von *Desmoceras* (*D. difficile* d'Orb., *D.* cf. *Boutini* Math., *D. Tachthaliae* Tietze), vier Arten von *Holcodiscus* (*H. incertus* d'Orb., *H.* cf. *Perezianus* d'Orb., *H.* cf. *Gastaldinus* d'Orb., *H.* n. sp. aff. *Gastaldinus* d'Orb.), dann *Aspidoceras Percevali* Uhl., vier Arten von *Crioceras* (*Cr. Tabarelli* Ast., *Cr. dissimile* d'Orb. und zwei neue Formen), zwei neue Formen von *Ancyloceras*, *Heteroceras Astieri* d'Orb., *Hoplites oxygonius* Neum. u. Uhl., *Nautilus* aff. *bifurcatus* Oost.

Darunter befinden sich eine Anzahl ganz besonders grosser Exemplare, so der *Nautilus* und die *Crioceras*-Formen. Ausserdem liegen von Rasgrad grosse glatte, und kleinere gefaltete Austern und andere Bivalven vor, die, sowie einige Terebrateln darunter eine mittelgrosse Form von *Terebratula biplicata* Sow. var, förmliche Muschelbänke zu bilden scheinen. Aber auch Gastropoden und darunter einige riesige Arten, biplicate Terebrateln und Echinodermen, die sich als dem *Toxaster complanatus* mindestens sehr nahe stehend bezeichnen lassen. Im zweiten Abschnitte gebe ich eine Übersicht über die von mir acquirirten Formen, wobei ich für die Cephalopoden Bestimmungen und Beschreibungen Herrn Dr. V. Uhlig danke. Wir dürften es somit mit Ober-Neocom und zwar mit dem Barrêmien äquivalenten Ablagerungen zu thun haben, jedenfalls aber mit tieferen, älteren Bildungen als bisher für Rasgrad angenommen wurden. Auch eine mittelneocome Form (*Holcodiscus incertus* d'Orb.) und zwei Hils-Formen: *Crioceras* n. sp. aff. *Hoplites curvinodus* Phill. und *Hoplites oxygonius* Neum. u. Uhl. liegen vor und deuten das Vorkommen tieferer Horizonte bei Rasgrad an; v. Hochstetter (m. vergl. das Profil im Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1870, S. 406 [4]) hält die Gesteine für der oberen Kreide entsprechend und unterscheidet bei Rasgrad feinkörnige, feste Kalkbänke und Plänermergel. Die Fundorte liegen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Stadt: Weinberg, Acanthuslehne und Boschbunar. An letztgenanntem Fundorte wird übrigens ein förmlicher Crinoidenkalk gebrochen.

In der Stadt selbst wurden in der Nähe des Beli-Lom, im Schotter Reste von *Elephas primigenius* gefunden. Von Tikilitasch im Norden von Rasgrad (3 Stunden davon entfernt) liegt ein gewaltiger, gebogener Stirnzapfen eines Hohlhörners (viell. *Bos primigenius* Bl.) in der Sammlung zu Rasgrad, der eine Stärke von 17 *cm* und eine Sehnenlänge von 50 *cm* besitzt; das abgebrochene Ende besitzt immer noch 8 *cm* Durchmesser.

Auf dem Wege nach Eski-Džuma halten dieselben mergeligen Kreidekalke in fast horizontaler, leicht nach NW geneigter Lagerung weithin an.

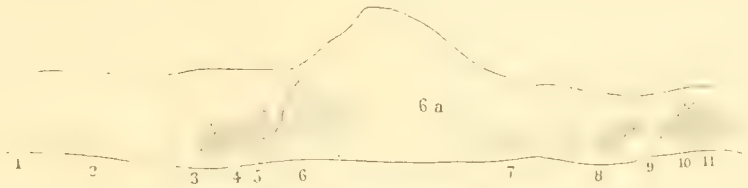
Am Golemi-Juk im SW von Rasgrad, einem flachgeböschten Hügel, tritt (Fig. 1) der Kalk (1) unter einem grauen Letten (2) auf, in welchem ich einen keulenförmigen Belemniten fand. Die oberste Decke bildet eine gelbliche Erde und Humus (3).

Fig. 1.

So sammelte ich bei Tekemahlesi in einem gelblichen Kalkmergel einen Ammoniten, den Dr. Uhlig als *Desmoceras* sp. bezeichnet und der zu *Desm. difficile* gehören dürfte und bei dem Anstiege vor Ailadin unter anderem ein ganz gut erhaltenes *Crioceras* und Hahnenschwanzalgen (ganz ähnlich so, wie ich sie bei Jablanica im Westen getroffen habe), und zwar in einem graublauen mergeligen Kalke. Das *Crioceras* ist nach Dr. Uhlig eine neue Form, welche ich Taf. II, Fig. 2 als *Crioceras* aff. *Villiersianum* d'Orb. sp. (Pal. fr. Taf. 114 und Ooster, Petr. rem. des Alpes. Suisses, Taf. 40, Fig. 2, 3) bezeichnen will. Das Stück ist 46 *mm* lang und verjüngt sich von 15 *mm* auf 12 *mm*. Stärkere Streifen im mittleren Abstande von 13 *mm*, mit scharfen Knoten auf der Externseite schliessen je 19 zartere Streifen zwischen sich. Direct übereinstimmen dürfte nach Dr. Uhlig's Meinung *Cr. Villiersianum* Winkler (Neocom, Urschlauer Achenthal, Taf. III, Fig. 1).

Von Eski Džuma aus fuhr ich über Rasboina nach Otratidža (Stratice), wo in einem Graben, durch den sich ein Weg quer durch den waldigen Derbent Balkan zieht, Kohle vorkommen soll. Der Derbent-Balkan hat Steilhänge mit fast vertikalen Wänden an seiner Nordseite. Hier traf ich (man vergl. Fig. 2) blaugraue Neocom-Mergel mit *Hoplites cryptoceras* d'Orb. sp. und zwei nach Dr. V. Uhlig in die Gruppe des *Hoplites cryptoceras* gehörige, damit aber nicht vollkommen übereinstimmende Formen. Ausserdem: *Haploceras (Desmoceras) Grasianum* d'Orb. mit einem Aptychen in der Wohnkammer. Derselbe ist von lamellosem Bau.

Fig. 2.



Profil in der Schlucht von Stratice.

1. Gleich oberhalb des Dorfes graue mergelige, saiger stehende Kalke.
2. Graublaue, mergelige Kalke, plattig bis schieferig mit *Hoplites* aff. *cryptoceras* und *Holcostephanus Astierianus*.
3. Breccien.
4, 5. Sandige Mergel mit grauen, weissaderigen Kalken wechselnd.
6. Halboolithischer Kalk mit *Belemnites* und *Nerinea*.
6 *a*. Massiger Kalk ohne deutliche Schichtung. Die Enge bildend.
7. Mürbe Mergel.
8. Kalksandsteine mit vielen concentrisch gestreiften *Pectines* (wie im westbalkanischen Lias-Dogger) und mergeliger Sandstein mit Belemniten.
9. 10 *cm* mächtige Kalkschichte mit denselben Fossilien.
10. Sandsteinbänke mit Belemniten.
11. Dunkle, zerfallende Mergelschiefer zwischen dünnplattigen Sandsteinen mit 65° nach Nord einfallend.

Hoplites cf. *pexiptychus* Uhlig „sehr nahe damit verwandt, hat aber keine Knötchen auf der Mitte der Flanken." *Lytoceras* sp., *Crioceras Duvali* Lév. Auch ein typisches grosses Stück eines *Aptychus Didayi* liegt vor. Also durchwegs Formen, die im Freiburgischen sowie im südfranzösich-alpinen Gebiete im tieferen und mittleren Neocom auftreten.

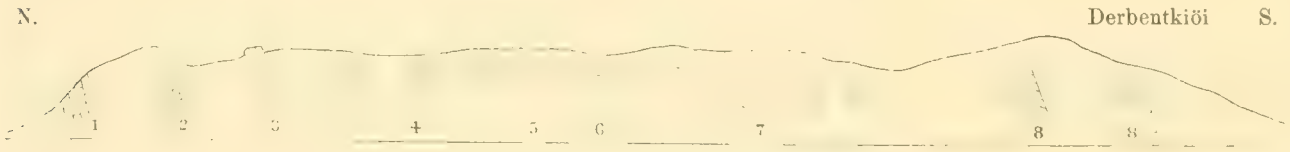
Unter diesen Mergeln treten in der Enge massige Kalke und Kalksandsteine mit Kalklagern auf, in welchen sich Belemniten (zum Theil sehr grosse Formen) und concentrisch gestreifte Pectines ziemlich häufig finden, ein Vorkommen, das mich lebhaft an die westbalkanischen Lias-Dogger-Vorkommnisse errinnert.

Kohle findet sich hier nicht, es liegt eine Verwechslung mit dunklen, bröckligen Mergelschiefern vor. Auch Korallenkalke treten auf (wahrscheinlich aus 6 *a* stammend).

Die Neocommergel treten auch in dem seiner zeitweisen Unsicherheit wegen sehr verrufenem Defilé an der Hauptstrasse auf, so besonders gut entwickelt gegenüber dem Wasserfalle, wo ich *Hoplites cryptoceras* und *Haploceras Grasianum* d'Orb. sammelte.

Bei Derbentkiöi fallen in dem nach Süd ziehenden Thale die mürben wohlgeschichteten Mergel mit 25° nach SSW.

Fig. 3.

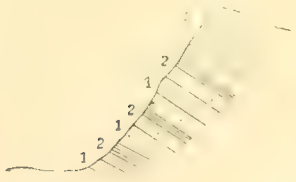


Lagerungsverhältnisse im Engpass an der Hauptstrasse.

1. Röthlichgraue, zum Theil halbkrystallinische Kalke.
2. Sandig mergelige Schiefer und graublaue Kalke.
3. Feste Bänke, riffartig vorragend (zwischen 48 und 49 *km*).
4. Gegenüber dem Wasserfall mit 40° nach Nord fallende Neocommergel.
5. Festere Bänke derselben Gesteine.
6. Sandige Schiefer mit Hieroglyphen.
7. Vielfach gestörte, nach West einfallende, mergelig sandige Gesteine.
8. Blaugraue schieferige Kalkmergel (ähnlich wie 2.); bei Kilom. 49 sammelte ich hierin einen *Hoplites*, den Dr. Uhlig als den Berrias-Typen (etwa *H. Malbosi*) ähnlich fand.

Südlich von Derbentkiöi kommt man in ein breites Längsthal, welches gut angebaut ist. Flyschartige Sandsteine (m. vergl. Fig. 4), die plattig brechen, Hieroglyphen und kohlige Spuren aufweisen, werden herrschend und halten, mit mürben Mergeln wechselnd, weithin an. Osmanbasar, Ešilova, Sobčiler und Gič (Čitaki, Tidža oder Čatak) liegen in diesem Gebiete. Die Schichten sind meist ganz flach gelagert, zeigen die durch auf die Schichtflächen normalstehende Absonderungen entstehenden eigenthümlichen Erscheinungsformen eines natürlichen Pflasters und bilden zugleich die elendesten Wegstrecken.

Fig. 4.



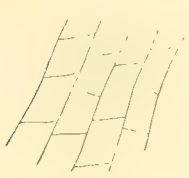
Steillehne an der Strasse von Osmanbasar.
1. Sandsteine zu unterst am festesten.
2. Schieferige Mergel.
3. Aufgelöste Sandsteine.

Die Mergel nehmen vielfach ganz das Aussehen von mürben Kreidemergeln an. Die Höhe bei Osmanbasar (Fig. 4) besteht ganz aus flach SSW einfallenden wohlgeschichteten Sandsteinen (1), die mit Mergeln (2) abwechseln, überaus mürbe sind und vielfach auf das schönste zu kugeligen Kernen verwittern.

Solche Kugeln trifft man an vielen Stellen in allen Grössen. Dieses Gestein wird auch beim Strassenbau ausschliesslich angewendet, was schon allein den geradezu entsetzlichen Zustand der Strassen in diesem Gebiete erklärt.

Auf der Höhe bei Sadiklar sieht man gegen W und O nur dieselben mürben Sandsteine. Auch bei Ešilova, finden sich viele kugelige Absonderungsstücke.

Fig. 5.



Am Beginn des Strassenanstieges nach Ešilova bilden die natürlichen Tafelabsonderungen des Sandsteines geradezu eine Art Strassenpflaster (Fig. 5). Die Absonderungen erfolgen nach zwei Systemen von Sprüngen auf der Schichtfläche, von welchen die einen durchgehen, die anderen aber nur zwischen je zwei der parallelen Hauptsprünge verlaufen (m. vergl. Fig. 5). Sie treten besonders in den festen Bänken auf, und bilden zuweilen so grosse Platten, dass dieselben sofort zu Mühlsteinen verarbeitet werden.

Vor Čatak trifft man im Sande der Strasse vielfach Rollsteine eruptiver Natur, und zwar besonders häufig Mandelsteine. Die folgenden vorläufigen Bestimmungen hat Herr Assistent Rosiwal vorgenommen.

Ein Findling aus dem Sande der Strasse zwischen Paderlar und Sobčiler wurde als Diorit bestimmt. Derselbe ist feinkörnig bis aphanitisch. An der abgerollten Oberfläche werden zahlreiche 1—2 *mm* grosse Plagioklase sichtbar, so dass eine Annäherung an porphyritische Typen stattfindet. An den frischen Bruchflächen ist dies weniger der Fall. Unter dem Mikroskope zeigen sich die Plagioklase idiomorph, meist leistenförmig, wodurch eine diabasartige Structur entsteht. Die grüne Hornblende ist jünger und allotrimorph in den Zwischenräumen der Plagioklase. Epidot und Orthit sowie Chlorit und Calcit treten secundär auf, Titanit, viel Magnetit und etwas Pyrit accessorisch. Dagegen fehlen Quarz und Biotit, die sonst so häufig vorkommen.

Von den Findlingen im Sande der Strasse vor Čatak wurden einige als Augit-Porphyrit (Mandelstein) und ein anderer als Porphyrit bestimmt. Die Augit-Porphyrit (Mandelstein)-Rollstücke sind durchwegs stark zersetzt und haben auffallender Weise von ihren Einsprenglingsmineralen ausser den stark zeolithisirten Plagioklasen nichts conservirt. Nur zahlreiche bis 1 *mm* grosse Hohlformen lassen an zweien der Stücke die ehemaligen Augite erkennen. Dafür finden sich überaus zahlreiche Mandeln von kleinkörnigem Quarz, Mesolith und anderen Zeolithen vor, neben steatitartigen dunklen Substanzen und Calcit, sowie grössere Ausscheidungen von Stilbit zum Theil in schön blätterigen rothen Aggregaten. Die hypokrystalline Grundmasse besteht aus wirr durcheinander gelagerten Plagioklasleisten von etwa 0·1 *mm* Länge in einer graubraunen Basis. Die Bisilicate sind verändert, das ganze ist mit secundärem Quarz imprägnirt, während als Erz Limonit in grosser Menge auftritt.

Der Porphyrit erscheint makroskopisch vollkommen dicht, grau ohne Einsprenglinge, ausser ab und zu Pyrit. U. d. M. ist die Grundmasse nahezu mikrogranitisch, doch sind die leistenförmigen Feldspathe recht zahlreich und zeigen sich Anklänge an Fluidalstructur. Im ganzen (auch makroskopisch) besteht sehr grosse Ähnlichkeit der Grundmasse mit jener des Quarzporphyrits aus dem Bache von Mazalat (centr. Balkan). Auch die von Quarz und Chlorit erfüllten mikroskopischen Drusenräume finden sich vor. Apatit und feinste Chloritschüppchen sind sehr häufig. Erz ist wenig vorhanden.

Vor Čatak, das am Eingange in eine enge, cañonartige Schlucht des Büjük Kamčik gelegen ist, im Bereiche dünnplattiger, bläulicher Mergelschiefer, ging es, in vielen Windungen über die darüber lagernden mächtigen Sandsteine und sandigen Mergel, auf eine Plateaufläche empor. Auch Conglomerate und grobkörnige Sandsteine treten auf. Vereinzelt finden sich im Conglomerate Rollstücke granitischer Natur.

Die Graniteinschlüsse auf der Höhe des Kalabak-Balkan sind mittel- bis grobkörnig, und erinnern etwas an die Gneissgranite. Sie bestehen aus: „Quarz in Aggregaten, weissem Orthoklas, fast farblosem Plagioklas und wasserhellem Mikroklin. Grüner Biotit herrscht makroskopisch über den nur in ganz geringer Menge vorhandenen, erst unter dem Mikroskope mehr hervortretenden Muscovit. Im Dünnschliffe zeigen sich häufige mikroperthitische Durchdringungen von Ortho- und Plagioklas, sowie secundärer Calcit."

Diese enge Schlucht gibt Veranlassung zu grossen Überschwemmungen, indem die aus dem Sandsteingebirge kommenden Hochwässer vor der Enge sich aufstauen, bis sie die mürben Hangendgesteine, die Sandsteine erreichen, wo Terrassirungen die Hochwasserstände bezeichnen (m. vergl. Fig. 6), durch welche alte Nussbäume bis in die Wipfelgegend zeitweilig überschwemmt werden. In dem Seitenthale des Kamčik, durch welches die Strasse zum „Kalabak-Balkan"-Passe hinaufführt, findet man hübsche Auskolkungserscheinungen in den wohlgeschichteten Sandsteinen und mürben Mergeln, indem bei dem Wechsel der nur ganz wenig geneigten Schichten die Erosion in verschiedenem Masse rückwärts einschneidet und dadurch treppenförmige Absätze im Gerinne entstehen. Die mächtigen Sandsteinbänke erscheinen durch Absonderungsklüfte in säulenförmige Körper zerstückt, so dass die Bänke im Profil an mächtige Säulenbasalte erinnern.

Fig. 6.

Die Höhe des Kalabak-Balkan besteht aus Kalk, der auf weissen und gelblichweissen feinkörnigen Quarzsandsteinen aufgelagert ist und auf der Höhe Steilgehänge und Mauern bildet. Am Sattel „Turnak Marko" oder „Talim Tasch" stehen die letzteren in abgerundeten Felsen an, mit halbkugelig ausgehöhlten zum Theil an Riesentöpfe erinnernden Erosionslöchern an der Oberfläche. Auch in bizarren Felsgruppen ragen sie rechts von der Strasse aus den Farnkrautwäldern empor (Fig. 6 *a* und 7).

Fig. 6 *a*.

Die Sandsteinblöcke „Talim Tasch" der Passhöhe von vorne.

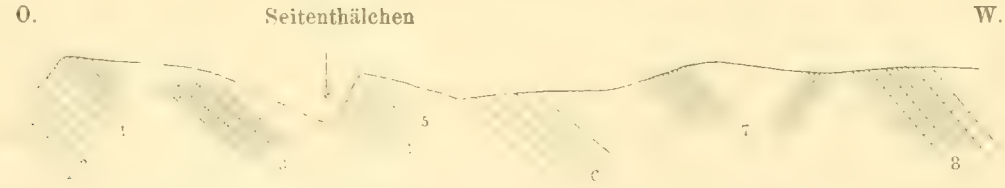
Fig. 7.

Dieselben Sandsteinblöcke von der Seite.

Jenseits der Höhe treten hornsteinführende Kalke auf, mit undeutlichen dicken, blättrigen Schalen, die zum Theil verkieselt, schöne Verkieselungsringe zeigen. Darunter treten dann vielfach in Schutt aufgelöste Sandsteine und Mergel auf, die grell gelblich oder dunkel gefärbte, kahle von tiefen Regenschluchten zerrissene Abhänge bilden, und bis Kotel (Kasan) anhalten. Die erwähnten Schalen lassen eine sichere Bestimmung nicht zu, erinnerten mich jedoch an Ort und Stelle an *Ostrea vesicularis*. Auch undeutliche Bryozoen treten in den Hangendschichten auf.

Von Kotel aus unternahm ich, von Herrn Drd. Darlanski freundlich begleitet, einen Ausflug nach Osten zu der Barutovo Kladenče genannten Localität, wo ich in ein Gebiet ausgezeichneter Orbitolinen-Sandsteine und -Kalke gelangte, mit den best erhaltenen grossen Orbitolinen. (Die typische *Orbitolina concava* Dfr.)

Fig. 8.



Profil im Seitengraben zur „Pulver-Quelle" (Barutovo-Kladenče) (ein Wassertümpel mit aufsteigendem Wasser, zur Zeit meines Besuches ganz klar und geruchlos).

Die Schichten fallen am rechten Ufer zuerst fort und fort gleichmässig mit 40° nach W und bestehen aus weissen feinkörnigen Quarzsandsteinen (1) mit Conglomerateinlagerungen (2); (3) Kalksandsteine mit kleinen Orbitolinen in der oberen, und sehr grossen Orbitolinen (*O. concava* Defr.) in der Liegendschichte.

Nach dem Seitenthälchen (am linken Steilufer desselben beginnend) sehr feinkörnige lichte Sandsteine (4), wie auf der Passhöhe, und eine Lage von sandigem Kalk mit viel Quarzgerölleinschlüssen.

5. Conglomeratartig.
6. Zwischen feinkörnigem Sandstein mit Orbitolinen sehr grobkörnige Conglomerate mit faustgrossen Geröllen.
7. Mergelschiefer und schieferige Sandsteine.
8. Flyschartige Sandsteine und Mergelschiefer.

Am nordöstlichen Ende der Stadt, ganz nahe den obersten Häusern (östlich von der Hauptstrasse, die vom Passe herabführt) liegt in dem erwähnten Schluchtenterrain eine der reichsten Fundstellen, wo ich in der Lage war, in Zeit weniger Stunden eine grosse Menge zum Theil auf das beste erhaltener Fossilien zu sammeln, und zwar aus zwei Etagen: einem rothen Mergel mit Pentacriniten und Belemniten, welch erstere förmliche Kalkbänke bilden, und aus grauen Mergeln, die zum Theil sehr wohl erhaltene Korallen und runde Entrochiten umschliessen, und zwar sind die Korallen vorwaltend stockbildende Formen, ähnlich jenen der Gosau-

Formation oder der Neocom-Gaultschichten des westlichen Balkan. Die von Kotel vorliegenden Belemniten sind leider durchwegs schlecht erhalten, stark abgewittert und zerbrochen, doch lassen sich aus der Menge der Stücke doch einige herausfinden, die eine wenigstens annähernde Bestimmung zulassen. So sind einige Spitzen vorhanden, welche deutliche Faltung erkennen lassen, so dass man sie als von schlanken Formen des *Belemnites tripartitus* Schl. herrührend auffassen möchte. Es sind Formen, welche an jene vom Donau-Main-Canal erinnern (Quenstedt: Cephalopoden S. 419, Taf. 26, Fig. 23, 24). Da sich jedoch daneben Formen mit ausgesprochener tiefer Furche auf der Vorderseite finden, so wird diese Bestimmung zweifelhaft, umsomehr als es Formen sind, die, zum Theil wenigstens, von der Seite her etwas zusammengedrückt erscheinen. Sie müssten als *Belemnites canaliculatus* Schl. aufgefasst werden, wodurch wir auf braunen Jura ε schliessen und die ersterwähnten Formen etwa als Jugendexemplare von *Belemnites giganteus* Schlt. betrachten müssten. Dafür würde auch ein Bruchstück eines gewaltigen Belemniten mit elliptischem Querschnitt stimmen (Durchmesser 35:26 *mm*), der in der Mitte des Querschnittes die eigenthümliche „markige" Beschaffenheit zeigt, welche Quenstedt (l. c. Taf. 28, Fig. 8, 9, 11, S. 432) hervorhebt. (Dieses Stück hat mir Herr Zlatarski, der den Fundort schon vor mir besuchte, zugesendet.)

Unter Zlatarski's Stücken liegt nun aber auch ein kleines, sehr schlankes Rostrum-Bruchstück vor, welches zwei Furchen der Länge nach besitzt, so dass man auf das lebhafteste an *Belemnites bipartites* Blainv. aus dem Neocom erinnert wird. Möglich wäre es immerhin, dass man es dabei mit einer an *Belemnites exilis* Quenst. (d'Orb.) aus dem Lias ε anschliessenden Art zu thun hätte. Bei der Mengung von Fossilien ist es übrigens am wahrscheinlichsten, dass man es dabei thatsächlich mit dem Neocom-Belemniten zu thun habe, wofür auch der andere Erhaltungszustand spricht, im Vergleich mit jenem der übrigen Belemniten. Ausser den Belemniten liegen noch zahlreiche Säulenstücke eines Pentacriniten vor, der durch seine fünfseitigen Glieder fast ohne einspringende Winkel und durch die gleichhohen Tafeln an *Pentacrinites basaltiformis nudus* Quenst. aus dem Lias δ erinnern möchte. Ungemein zahlreich sind auch die runden und elliptischen Glieder der Säulen-Hilfsarme. Leider liegen bezeichnendere Fossilien von der im Übrigen so reichhaltigen Fundstelle nicht vor, und auch die Lagerungsverhältnisse liessen sich durchaus nicht feststellen. Das mürbe Material erscheint förmlich aufgelöst, und doch ist das Ganze als anstehend zu betrachten und dürfte als ein Aufbruch des Lias-Jura im Bereiche der mittleren Kreide zu betrachten sein.

Was die Korallen von Kotel anbelangt, so muss einem Urtheil eine sehr eingehende Bearbeitung des reichhaltigen Materiales, welches ich selbst sammelte, und welches mir von Herrn Zlatarski zugekommen ist, vorangehen. Auffallend ist nur, dass die zahlreichen Stücke nur wenige Anklänge an die übrigen von mir aus dem Balkan beschriebenen, zum Theil aus vollkommen sicher neocomen Ablagerungen stammenden Korallen zeigen. Noch misslicher ist der fast vollständige Abgang anderer bezeichnender Fossilreste auch in den Korallenmergeln, — doch unterliegt es kaum einem Zweifel, dass man es dabei mit Äquivalenten des Cenoman zu thun hat. (Man vergl. die Beschreibungen S. 21 [341] ff.)

Über die Umgebung von Kotel machte mir Herr Skorpil nachträglich einige Angaben (m. vergl. Fig. 9, eine Pause der russischen Karte):

A. Barutovo Kladenče („Schwefelquelle").

B. Fundstelle der Korallen, Crinoiden, Parkerien, Belemniten etc.

C. Sandstein für Handmühlsteine, soll ähnlich sein dem Sandstein bei C_1 auf der Passhöhe (Talim Taš in der Ortschaft Kominče).

D. Quelle der Kotelka.

M. Kalk mit Flint, westlich davon bei Kipilovo in demselben Kalke „die schönste Stalaktiten-Höhle des Balkan".

S. Am Berge Rasboina, am Fusswege von Kotel nach Sliven über Neikovo ein harter Mühlsteinsandstein.

Fig. 9.

Von Kasan (Kotel) reiste ich längs der Hauptstrasse bis zur grossen Strassenwendung oberhalb Gradec, fort und fort im Gebiete der mit dünnschieferigem Mergel wechsellagernden, vielfach in Falten gelegten glim

merigen flyschartigen Sandsteine, die bis an die Demir Kapu genannte Felsenge, wo lichtgraue, dichte Kalkmergel auftreten, die wohlgeschichtet sind, dünnplattig brechen und an gewisse hydraulische Kalke liefernde Gesteine der alpinen Kreide-Flyschzone erinnern.

Nach dieser Enge kommt man in ein weites, nach Südost sich öffnendes Thal, welches bis oberhalb Gradec in denselben Sandsteinen verläuft, wie sie nördlich von der Enge erwähnt wurden.

Bei der Brücke südöstlich von Kotel fallen die Sandsteine und Mergelschieferzwischenlagen mit 40° nach SW. Eine Strecke weit hält sich das Thal dann an der Grenze zwischen den beiden Gesteinen, so dass links (im O.) Sandsteine, rechts aber hier auffallend dunkel gefärbte Mergelschiefer die Hänge bilden. Bald hat man sodann beiderseits die letztgenannten Gesteine. Aus dem Kraška Dol genannten Graben bringt man von Kuminže aus licht gefärbten Sandsteinen gemachte Mühlsteine. An der Strasse selbst kommt man ($^3/_4$ Stunden von Kotel) auf dünnplattige, dunkle, glimmerige Sandsteine mit vielen weissen Spathadern, welche gefaltet sind und mich lebhaft an die flyschähnlichen Liasgesteine der Krim erinnerten. Stellenweise ausgesprochene Rutschterrains.

Am Eingange in die erwähnte Felsenge (Demir kapu) stehen die erwähnten dichten Kalkmergel in schönen, scharfen Falten an (Fig. 10); auch an den Hängen des „Kistepe"-Kegelberges. Die Strasse geht über Schichtköpfe hinweg. Vorherrschendes Fallen zuerst nach Süd und Südost (mit 50—60°). Kurz vor der Erweiterung des Thales sind die Gesteine in schön gerundeten Sätteln und Mulden entblösst (Fig. 11). Zeravna und Medven liegen südlich von der Enge in einer weithin reichenden ostwestlich verlaufenden weiten Thalmulde, die sich ostwärts im Thal des Deli Kamčik fortsetzt. Mächtige Schottermassen treten allenthalben an den Seiten-Thalausmündungen auf, so ein mächtiger Schotterkegel von Prisevica heraus, der sich hoch über den Kasan Dere erhebt. Die herrschenden, theils ganz dünnplattigen, theils sehr dickbankigen, braunen Sandsteine sind überaus mürbe und fallen flach südöstlich und weiterhin ebenso flach NW ein. Das letztere auch vor Gradec. Hier bilden die Sandsteine festere Bänke und Sporne im Thale.

Fig. 10.

Fig. 11.

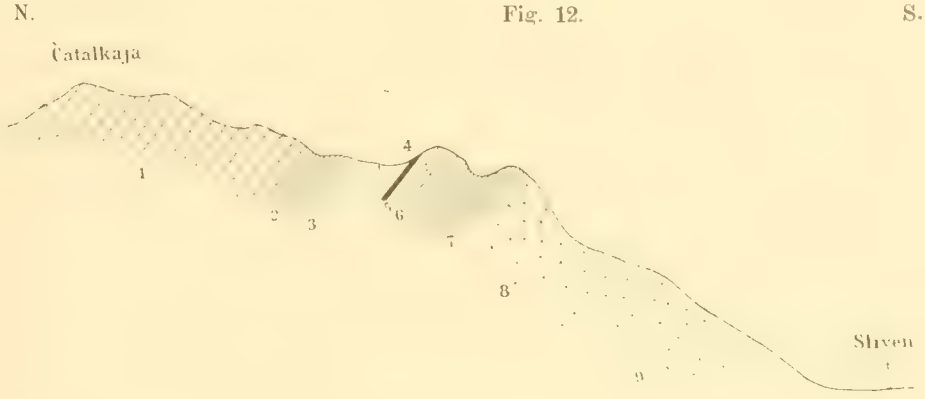
Bei Gradec bilden sie die mehrfach gewundenen Thalwege des Deli (Malča) Kamčik, dem wir nun (hier Gradeška Rieka genannt) nach aufwärts folgten bis Ičera (Večera). Man glaubt sich hier in das Wienerwald-Sandsteingebirge versetzt. Im Sandstein treten echte Fucoidenmergel auf, die zum Theil dunkelfärbig sind und zuweilen in griffelartige Stücke zerfallen. Das Thal ist breit, der Thalboden flach und vor Ičera mit gewaltigen Massen eines gelben, glimmerig sandigen Lehmes erfüllt, der von tiefen Regenschluchten zerrissen wird. Am Kamčik treten nun auch feste Sandsteinbänke auf, die stellenweise in sehr grossen Platten brechen und am rechten Ufer unweit der Wehre steil gegen O fallen (45° und darüber). Bald fallen sie wieder nach WNW und es stellen sich sehr dünn geschichtete Bänke ein. An einer Stelle verengt sich das Thal und der Weg führt durch ein förmliches Felsenthor durch mächtige Bänke eines überaus festen, förmlich massigen Conglomerates. In Ičera, am Flusse gegenüber dem Strassenbau, bilden dünnplattige Sandsteine und Mergelschiefer eine Steilwand.

Von Ičera führte mich mein Weg gegen Süd bis an die Passhöhe, immer über schiefrige Mergel, hie und da mit Hieroglyphen und über Kalksandsteine steil hinan, Gesteine die hin und wieder Einlagerungen zeigen von grobkörnigen Sandsteinen mit weissen Quarzkörnern (ähnlich jenen bei Čatak). Auf der Kammhöhe treten auch Mergel mit spärlichen Hornsteineinschlüssen auf. Vom Sattel aus schlug ich den selten betretenen Weg nach West ein, entlang dem Wasserscheidekamme zwischen Kamčik und Tundža, um über das Porphyrgebirge nach Sliven zu gelangen. Mein nächstes Ziel war die höchste Spitze, die Čatalkaja, die zu meiner Überraschung aus einem grauen, dolomitischen Kalke von altem Aussehen besteht, der jenen Kalken entsprechen dürfte, welche ich im centralen Balkan nördlich von Tvardica, Hainkiöi und Selči, sowie am Šipka-Passe und an anderen Punkten angetroffen und als der Trias zugehörig bezeichnet habe. Leider fanden sich keinerlei deutlichere Fossilreste. Südlich davon stossen die Eruptivgesteine gegen die Kalke ab. Die Eruptiv-

gesteine sind von Tuffen begleitet und dürften bis zur Bolgarska nach Westen reichen. Unser Weg führte in einer Scharte über die Porphyre hinab nach Novoselo. Am Südfusse treten rothbraune Mergelschiefer auf.

Beim Aufstiege oberhalb Ičera gegen Süd verflächen die Schichten gegen SSO. Nach aufwärts zu wird das Einfallen immer steiler. Die Sandsteinbänke zeigen wiederholt die Erscheinung des natürlichen Pflasters (Absonderung normal auf die Schichtflächen). Die höchste Stelle des Wasserscheidekammes, die ich abgelesen, liegt etwa 485 *m* über dem Beginn des Aufstieges aus dem Thale bei Ičera, die höchste Spitze des Čataltepe etwa noch 207 *m* höher (nach Ablesung auf dem Aneroid). Die Kalkbänke der Čatalkaja fallen N mit 60°.

Fig. 12.



1. Dolomit. Kalke (Trias? Šipka-Kalke?) ohne deutliche Fossilreste.
2. Rothe und gelbe Schiefer.
3. Lichte, grobkörnige Quarzsandsteine (wie die dyadotriadischen Gesteine im westlichen Balkan).
4. Grünliche Schiefer (wie Werfener Schiefer?).
5. Lichtgrünliche quarzführende Schiefer und Tuff.
6. Röthliche, etwas glimmerige Schiefer mit vielen Druckklüften.
7. Dichte Tuffe.
8. Rothe, oberflächlich stark zersetzte Porphyre mit üppiger Flechten-Vegetation.
9. Porphyrschuttmaterial, die Hänge bis in die Weingärten hinab bedeckend.

Über die Porphyre von Sliven hat mir Herr Rosiwal nachfolgende vorläufige Untersuchungsresultate gegeben. Hienach ist das Gestein, welches ich beim Abstieg von Čataltepe nach Sliven sammelte, als ein echter Mikrogranit im Sinne Rosenbusch's zu bezeichnen. Die mikrogranitische Grundmasse besteht aus Quarz, Orthoklas, Muscovit, Magnetit und Ferriten. Die mittlere Grösse der Grundmasse-Quarze ist 0·04—0·06 *mm*. Als Einsprenglinge treten auf: Quarz in Dihexaëdern, Orthoklas und sericitischer Muscovit.

Ein zweites Stück zeigt eine etwas grobkörnigere Grundmasse, deren Quarze eine mittlere Grösse von 0·10 bis 0·15 *mm* besitzen. Das Gestein ist ärmer an Quarz und reicher an Orthoklaseinsprenglingen.

Ein drittes Stück ist makroskopisch durch die lichte graulichweisse Farbe von der ersten Varietät unterschieden, was darin liegt, dass die färbenden Eisenoxydmikrolithe („Ferrite") in der Grundmasse fehlen. Die mittlere Grösse der Grundmassequarze beträgt 0·08 bis 0·10 *mm*.

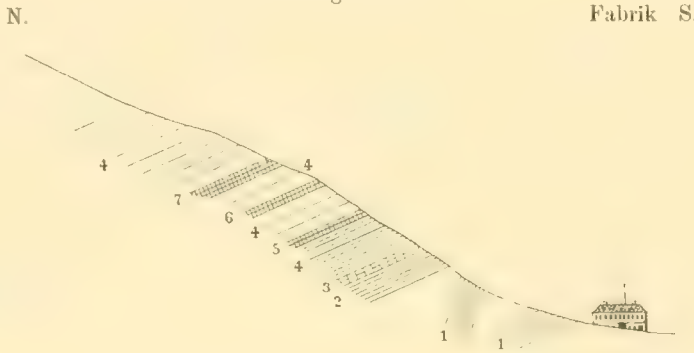
Die von oberhalb Sliven gegen Ičera vorliegenden Quarzporphyre sind makroskopisch zum Theil der ersterwähnten Varietät sehr ähnlich. Eines der Stücke weist eine weitgehende Druckzerklüftung auf. Die Mikrostructur der Grundmasse wechselt zwischen deutlich mikrogranitischen und kryptokrystallinen Partien. Unter der Loupe zeigt sie deutliche Fluidalstructur, was bei den vorhergehenden Varietäten nicht zu beobachten ist. Die Einsprenglinge zeigen Spuren der Wirkung mechanischer Druckkräfte, denen das Gestein ausgesetzt war.

Von derselben Stelle liegt auch ein breccienartiger Quarzporphyr vor, breccienartig durch Einschluss von Trümmern eines rothen, an Einsprenglingen armen granophyrischen Quarzporphyrs. Die Hauptmasse der betreffenden Handstücke besteht aus einem an Einsprenglingen insbesondere Orthoklas reichen Quarzporphyr mit ausgezeichneter Fluidalstructur der ihren Charakter stark wechselnden Grundmasse.

Mit Herrn Skorpil machte ich am nächsten Morgen einen Ausflug in den Graben, der sich von der Tuchfabrik aus nach NW hinanzieht und durch welchen der nächste Weg über Neikova nach Kasan (Kotel) führt (m. vergl. Fig. 13). Nach Passirung der mächtigen Schuttkegelmassen des Wildbaches (Selidže Dere), kommt man auf steilstehende graublaue Kalkmergel und über diesen auf weisse Sandsteine mit thonigen Mergeleinlagerungen, welche zahlreiche Fossilien enthalten, ein Fundort, den Herr Skorpil schon vor längerer Zeit entdeckt hat. Vor Allem häufig sind Ostreen mit viel gefalteter Unter- und etwas gewölbter, concentrisch gestreifter Deckelklappe, Formen, welche mit *Ostrea multicostata* Desh. aus dem oberen Suessonien zum mindesten nahe verwandt sind.

Eine etwas höhere Schichte von gelblich mergeligem Sandstein enthält zahlreiche Bivalven. Im Hangenden treten mächtige lichte Sandsteine auf.

Fig. 13.



1. Blaugraue Kalkmergel.
2. Schiefrige Kalkmergel.
3. Sandstein, mürbe, mit Fossilien (Bivalven vorherrschend).
4. Weisse, fossilienfreie Sandsteine, quadersandsteinartige Gesteine. Recht ähnlich dem weissen Sandstein im Kotel-Balkan, aber viel mürber. Auch glauconitische Körner finden sich hie und da.
5. Mürbe Mergel.
6. Blaugrauer thoniger Mergel mit kleinen Austern u. dergl.
7. Weiche, gelbliche Mergelschichte mit Gastropoden und kleinen Bivalven.

Von einer Localität (7) in den Weingärten nördlich von Sliven, in demselben Graben gelegen, die wir bei unserem gemeinschaftlichen Besuche leider nicht wieder auffanden, sandte mir Herr Skorpil eine Anzahl von Fossilien: Cardien-Steinkerne, *Cerithium* sp. ind. (darunter ein undeutliches Stück mit Andeutung von Streifung und zierlichen Knoten), *Natica* sp. (vielleicht eine neue, stark aufgeblähte Form), *Natica* cf. *Edwardsi* (Defr. An. sans vert. III, Taf. 70, Fig. 20), *Fusus* cf. *polygonus* Lam. Aus demselben Gestein liegt auch eine *Ampularia* sp. neben vielen kleinen, unbestimmbaren Fossilresten vor.

Ausserdem liegen mir aus dem Norden von Sliven noch zahlreiche Turritellen vor, von welchen ein grösseres Bruchstück sich als *Turritella sulcifera* Desh. (Coquill. foss. des env. de Paris, p. 278, Taf. 36, Fig. 3, 4) und als *Turritella* cf. *carinifera* Desh. (l. c. Taf. 36, Fig. 2) bestimmen lässt. Eines der besten Stücke trägt nur 6 Spirallinien, während die Art aus dem Becken von Paris deren sieben zählt. Auch eine neue Form liegt vor, welche etwas an *Turritella angulata* Sow. (d'Archiac Descr. Anim. foss. du groupe nummul. de l'Inde, Taf. XXVII, Fig. 6—9) erinnert. Ausser den zwei kräftigen Spirallinien, wovon besonders die obere scharf vorragt, finden sich noch eine grössere Anzahl sehr feiner Spirallinien, die von geschwungenen Anwachslinien durchkreuzt werden. Ich will diese Art als *Turritella Slivenensis* n. sp. bezeichnen. (Man vergl. Taf. VII, Fig. 11).

Das Wichtigste aber ist das Vorkommen der kleinen Nummuliten, die an *Nummulites Boucheri* de la Harpe erinnern, neben Operculinen (*Operculina* cf. *Hungarica* Handtken, eine stark gerippte Art) und *Orbitoides stellata* d'Arch., ganz so wie aus dem Ofener Mergel. (Skorpil erwähnte auch das Vorkommen einer *Pyrula* sp., die mir jedoch nicht vorliegt. *Orbitoides stellata* d'Arch. wird in den Notizen Skorpil's aus der Umge-

bung von Sotira östlich von Sliven angeführt als „*Asterias*“, während der beigegebene Zettel auf die erwähnte nicht wieder gefundene Fundstelle hinweist.) Auch im Thale von Sotira (Sutira) östlich von Sliven führte mich Herr Skorpil, während des Nachmittages, zu Aufschlüssen in demselben Gesteinscomplexe.

Dieses Thal verläuft von Süd nach Nord. Von Sotira führt ein Weg zu der von Novoselo nach Ičera („Večera“) führenden Strasse, welche seinerzeit von Boué begangen wurde. (Man vergl. neue Ausgabe I, S. 161.) Wir kamen zuerst über lichte und grobkörnige Quarzsandsteine mit Conglomeratnestern, dann über ganz feine mürbe Sandsteine (ähnlich jenen im Thal der Selidže). Von Sotira gingen wir durch ein Seitenthal bis zu einem Brunnen und von dort (seine Einfassung besteht aus einem sandigen Nummulitenkalke) durch Weingärten geradeaus auf die Südostecke des Porphyrgebirges los und fort und fort über Schutt, der der Hauptsache nach aus Porphyr und Porphyrtuff besteht, während Sandsteine und Triaskalke (?) nur untergeordnet auftreten.

Auf dem erwähnten Fahrwege nach Ičera trafen wir bald anstehend die Nummuliten-Sandsteine, welche ganz jenen des Selidže-Grabens gleichen und reich an Fossilien (Bivalven und Gastropoden) sind. Die Nummuliten finden sich nur in ganz kleinen Formen. Nach aufwärts liegen die Nummulitenschichten discordant auf gefalteten schiefrigen Sandsteinen (in flyschartiger Ausbildung), dann folgt eine Kalkscholle (Triaskalk) und westlich davon der Porphyr.

Gegen die Klosterkirche hin kommt man über Porphyr und Porphyrbreccien mit weissen Quarzadern (verrucanoartige Gesteine) und Flyschsandsteine mit zersetzten Eruptiv-Gesteinsgängen. Auch Kieselschieferlagen finden sich in der Nähe dieser Gänge. — (Die Kirche ist auf der russischen Karte nicht angegeben, sie liegt in einem westlichen Seitenthale nahe dem Hauptthale.)

In der Nähe des Klosters, östlich davon, sieht man steil aufgerichtete Bänke derselben plattigen Kalkmergel, wie sie bei der Fabrik auftreten, welche hier eine Enge bilden. Die Eocängesteine liegen vollkommen discordant dazu, indem sie mit 35° in dickbankigen Schichten nach Nord einfallen. Zwischen vorherrschenden Sandsteinbänken treten auch Lagen von dünner geschichteten mergeligen Gesteinen auf. (Man vergl. Fig. 14.)

Fig. 14.

Profil bei Sotira.

1. Eocän.
2. Gefaltete schiefrige Sandsteine, Kreide-(?) Flysch mit gangförmigem, tuffartig mürbem Material und Kieselschiefer.
3. Triaskalk.
4. Porphyr und Porphyrbreccien.

Am Wege nach Ičera scheinen die Eocänschichten förmlich unter den Porphyr einzufallen und treten ganz nahe an diesen heran. Dort, wo der Weg nach Süd abzweigt, zurück nach Sotira, treten nach NO fallende feste Nummulitenbreccien auf mit kleinen Nummuliten, Austern und Cardien. Die Nummuliten sind gestreift und gleichen recht sehr dem *Nummulites variolarius*.

Aus dem Eocän von Sotira liegen mir aus Skorpil's Sammlung mehrere nicht uninteressante Fundstücke vor, welche sich zum Theil sicher bestimmen liessen.

Strombus Tournoueri Bayan (Moll. tert. Paris 1870, Taf. VII, Fig. 5) mit unregelmässigen knotenförmigen Verdickungen in der Nähe der Naht, ganz so wie bei der citirten Art von Ronca.

Cassidaria carinata Lam. (Steinkern).

Voluta sp. Steinkern, der zwischen *Voluta cithara* Desh. (mit starken Rippen) und *Voluta bulbula* Desh. stehen dürfte.

Panopaea sp. Steinkern, an *Panopaea minor* Desh. der Form nach erinnernd (33 *mm* lang, 25 *mm* hoch).

Pinna sp. ind. eine kleine Form, etwas schlanker als *Pinna margaritifera* Lam. (Desh. Coqu. foss. I, Taf. 41, Fig. 15), die Form von Sotira lässt nur noch die concentrischen Runzeln deutlicher erkennen. (Taf. VII, Fig. 9.)

Cytherea (?) spec.

Eupatagus ornatus Brongn. sp., ein gut erhaltenes Stück, das auf das Beste mit der von Biaritz abgebildeten Art übereinstimmt. Ausserdem verdanke ich Herrn Skorpil noch die folgenden Notizen aus der Gegend von Sotira: Vom Monastir von Sotira auf die östlich davon gelegene Höhe („Katagovo-Bair") kommt man über Conglomerate mit eruptivem Material und über ein Eruptivgestein, das sich auch weiter im SO im Sotir-Boas wieder findet. Weiter hinauf folgen graue plattige Kalkmergel, welche mit 20 bis 30° nach SW einfallen; die Höhe bilden grauweisse, dichte, undeutlich geschichtete Kalke.

Ich selbst sammelte an zwei nahe aneinander gelegenen Stellen an dem erwähnten Saumwege nach Ičera. Von der ersten Localität liegen mir, ausser unbestimmbaren kleinen und grösseren gestreiften Cardien, die recht häufig sind, auch zahlreich vorkommende Cyrenen vor, von welchen eine recht ähnlich ist der *Cyrena cuneiformis* Desh. (An. s. vert. Taf. 38, Fig. 1, 2). Die Cyrenen bilden förmliche Nester in dem feinkörnigen Sandsteine.

Von *Panopaea* liegen nur zwei bessere Stücke vor; dieselben lassen sich mit *Panopaea Heberti* Desh. (An. s. vert. Taf. 6, Fig. 21) oder mit *Panopaea intermedia* Sow. (Desh. l. c. Taf. 8, Fig. 10, 11) vergleichen und kommen neben kleinen Ostreen und Cyrenen vor.

Von *Ostrea* liegt nur eine Klappe besser enthalten vor, neben kleinen gestreiften Cardien. Es ist eine gefaltete, ziemlich hoch aufgewölbte Form.

Recht gut erhalten ist eine *Corbula*. Nur eine grössere Klappe liegt vor, welche sich mit *Corbula striata* Lam. vergleichen lässt, ohne damit übereinzustimmen. Auch *Corbula obliquata* Desh. (An. s. vert. I, Taf. 12, Fig. 1 bis 6) hat einige Ähnlichkeit in Sculptur und Form der Schale, ist jedoch viel kleiner.

Ich bringe diese Form als *Corbula* sp. (n. sp.), Taf. VII, Fig. 10, zur Abbildung. Der Wirbel liegt auffallend weit nach dem eingezogenen Hinterrande zu. Die Streifung ist sehr markant und nach rückwärts geschwungen. Länge 16 *mm*, Breite 11 *mm*, Aufwölbung 6 *mm*.

Von Gastropoden liegt neben den im bulgarischen Eocän so häufigen und meist durch Druck etwas deformierten Naticeen auch eine *Voluta* sp. vor, eine kleine, etwas an *Voluta lineolata* Desh. (Desh. Taf. 92, Fig. 11, 12) erinnernde Form.

Von der zweiten Localität von ganz übereinstimmender petrographischer Beschaffenheit des Gesteins, in der sich auch die winzig kleinen Nummuliten fanden, welche an *Nummulites Ramondi* (d'Arch. u. H. Mon. d. Nummul., Taf. VII, Fig. 17, Var. *a*) erinnern, liegen ausserdem vor: ein *Cardium* cf. *semistriatum* Desh. und eine neue *Pinna* von gedrungener Form und mit je einem Rücken auf jeder Schale, woraus sich ein ausgesprochen vierseitiger Querschnitt ergibt. Über die Schale, soweit sie sich an dem Steinkernbruchstück erkennen lässt, ziehen sehr kräftige, etwas wellig gebogene Längsstreifen.

Auch in der Schlucht nördlich von Sotira, $^1/_2$ Stunde davon entfernt, treten plattige Kalkmergel mit limonitisirtem Pyrit auf. Dieselben zeigen auf den Schichtflächen hufeisenförmige Furchen und Wülste.

Herr Skorpil hat die Route Kotel-Kipilovo (16 *km* Luftlinie westlich von Kotel) zurückgelegt und schreibt mir, dass sich ein westöstlich streichender Kalkzug bis südwestlich von Kipilovo verfolgen lasse, jenem Kalkvorkommen entsprechend, das ich südlich der Kammhöhe passirt und, als die Höhen des Kalabak-Balkan bildend, angeführt habe. Dieser Kalk sei höhlenreich und enthalte viel Feuerstein, der z. B. in „einer Höhle bei Kipilovo förmliche Lager" bilde. Nördlich davon werden Flyschsandsteine, Kalkmergel und bläuliche Mergel angetroffen („wie bei Elena", man vergl. meine Abhandlung über den centralen Balkan LV, S. 11, Sep.-Abd.), die speciell von Kostel (ca. 10 *km*, OSO von Elena) angeführt werden (offenbar die

Cryptoceras-Schichten meiner Karte). Etwa eine Stunde westlich von Kotel gibt Skorpil im Flussbette Kalk und an „einer Stelle eine förmliche Schichte von schwärzlichem Flint (Feuerstein)" an.

Auf der Route Žeravna-Nejkovo-Rakovo (von O—W) führt Herr Skorpil plattige, glimmerige Sandsteine mit Wülsten auf den Schichtflächen an, die OW streichen und mit circa 60° nach Süd fallen (übrigens werden auch Störungen dieses Verlaufes angegeben). Auch Mergelschiefer finden sich in Verbindung damit. Im Flussschotter werden Gerölle von Granit angegeben. Auch im NO von Katunica (Gradec NW) werden in verwitterten Conglomeraten grosse Geschiebe von Granit, neben glimmerigem Sandstein, Quarz, Kalkmergel und Eruptivgesteinen u. s. w. angegeben, ebenso am SW-Ende des Dorfes Gradec selbst („Papin Dol") zweiglimmeriger Granit und Gneiss in grossen Geschieben erwähnt.

Aus der Gegend von Katunica westlich von der Strasse am Wege nach Neikovo liegen mir von Herrn Skorpil vor: ein nussgrosses Stückchen von Glimmerschiefer und eine Probe eines grünlichen Massengesteins, dieses letztere, welches Herr Skorpil im NO von Katunica angetroffen hat, ist als *Amphibol-Andesit* zu bezeichnen. „Es zeigt durch den überaus grossen Reichthum an bis 1 *cm* langen säulenförmigen Hornblendekrystallen und die ebenso häufigen Plagioklaseinsprenglinge einen dioritporphyritischen Charakter. Die Grundmasse tritt gegen die Einsprenglinge erheblich zurück und ist reich an allotrimorphem Quarz, wodurch sich das Gestein in die Reihe der reinen Amphibol-Andesite (ohne Biotit) mit felsodacitischem Typus stellt."

Auch ein Stück eines grossen sandigen Nerineenkalkes mit einer unbestimmbaren sehr schlanken Nerinea, sowie ein Stückchen glimmerigen Sandsteins mit kohligen Spuren, sind mit der Bezeichnung „Katunica im Koteler Bezirk" versehen, ohne dass ich über diese Stücke eine weitere Angabe machen könnte.

v. Hochstetter gibt im ersten Theil seiner Abhandlungen über den östlichen Theil der europäischen Türkei (Jahrb. geol. R.-Anst. 1870, S. 414) eine sehr zutreffende Beschreibung des Porphyrstockes und seines Verhältnisses zu den Kalkmergelbergen in der unmittelbaren Nähe von Sliven, ohne dass es ihm möglich gewesen wäre, die fraglichen älteren Kalke der höchsten Erhebung des Gebirgsstockes der Ćatalkaja, noch die sicher bestimmbaren jüngeren (eocänen) Bildungen der Umgebung von Sliven anzutreffen. Freilich hat sich auch die Vermuthung Boué's, dass im grossen Balkan von Islivne ältere Gebilde selbst als Trias vorhanden sein mögen („Min. geogn. Detail über einige meiner Reiserouten, Sitzb. d. k. A. 1870, LXI. Bd., S. 78 d. Sep.-Abdr.) ebenso wenig bewährt, als die betreffenden Vermuthungen Foetterle's vom Vorkommen der ganzen alpinen Flötzgebirgsfolge im Balkan. Dagegen kann man die von Boué (die europäische Türkei 1889, I, 161) gegebene Beschreibung des Durchschnittes von Slivno nach Eski Džuma ohne Schwierigkeit mit den von mir gegebenen detaillirten Schilderungen in Einklang bringen, ja es findet sich die Angabe eines Vorkommens von Sandstein „mit Abdrücken von schmalen spitzigen Blättern, die an jene von Weiden erinnern", was mir selbst auf dieser Wegstrecke entgangen ist, wenngleich kein Zweifel darüber bestehen kann, dass man es dabei mit der von mir an so vielen Stellen in der Nähe der Kammhöhe angetroffenen kohleführenden Formation mit Pflanzenresten, unter denen sich auch, und zwar als erste Fundstücke, solche „weidenartige" Blattreste vorgefunden haben, zu thun hat. (M. vergl. z. B. meine „geolog. Unt. im centr. Balkan", S. 24 d. Sep.-Abdr., LV. Bd. d. Denkschr.) Boué's Angabe ist gewiss die erste und älteste über dieses Formationsglied. Dabei ist festzuhalten, dass Boué von Slivno aus den alten Weg um den Südostfuss der Catalkaja begangen hat, dem jetzt die Telegraphenlinie folgt und den ich von Sotira aus eine Strecke weit mit Herrn Skorpil verfolgt habe; er führt in vielen Windungen, im Allgemeinen in nordöstlicher Richtung, bis Ičera (Večera) und von hier nach Baškiöi (Žeravna) und nordwärts nach Kotel.

Wenn Boué in seiner oben citirten neueren Arbeit (l. c. S. 79) erklärte, dass er alle seine sogenannten Kreidesandsteine in den Akili- und Deli-Kameik-Thälern, sowie jene von Bogaždere mit dem Wienersandstein in Parallele stellt, so kann dies im Grossen und Ganzen gewiss als zutreffend erklärt werden. Ich erinnere mich nicht ohne Rührung an den Unwillen des alten Herrn über seine eigene Vergesslichkeit — er gebrauchte in seiner Lebhaftigkeit die härtesten Ausdrücke — weil er die betreffenden Bildungen für eocän erklärt hatte. Und nun ist sogar dieser „Irrthum" zum Theile wenigstens für gewisse Schichtencomplexe der balkanischen Flyschformation als zu Recht bestehend erkannt, durch unsere ersten Nummulitenfunde bei Tirnova (Centr. Balkan l. c. S. 8) und nun durch die neuerlichen Nachweise in der Umgebung von Sliven selbst, ja sogar auf

derselben Wegstrecke, die Boué vor mehr als fünfzig Jahren zuerst bereist hat. Und noch mehr: es hat allen Anschein, als wären noch andere, räumlich vielleicht sehr beträchtliche Theile des balkanischen Sandsteinterrains möglicher Weise dem Eocän zuzuweisen, was ähnlich so wie in den Karpathen erst bei der Vornahme von geologischen Detailaufnahmen erwiesen werden wird. Ich darf aber schon hier nicht anzuführen unterlassen, dass unter den mir von Herrn Skorpil zur Untersuchung eingesendeten Stücken sich ein Stück eines glaukonitischen Sandsteines, mit der Bezeichnung „zwischen Gabrovo und Trevna", befindet, auf dem sich ein ganz gut bestimmbares Exemplar eines Nummuliten erkennen lässt, und zwar *Nummulites* cf. *Murchisoni* d'Arch. et H. (Descr. an. foss. de l'Inde, S. 138, Taf. VIII, Fig. 20 bis 24). Der Fundort gehört jener Zone an, welche ich auf meiner Karte des centralen Balkan als dem Alter nach nicht sichergestellte „Sandsteine, Mergelschiefer etc. des Balkan" bezeichnete, der auch die kohlenführende Formation angehört, und in der auch Aufbrüche älterer Formationen gelegen sind. — Als genauerer Fundort wird mir von Herrn Skorpil Poprazi Koliba angegeben. (Wohl das Popredici der russ. Karte, das Paproz der österr. Karte.) Ein zweiter Fundpunkt soll im NO von Trevna auf dem Wege nach Tirnova gelegen sein.

Boué macht aus dem Ostbalkan ausser dem schon erwähnten Durchschnitt von Slivno nach Eski Džuma noch eine kurze Mittheilung über den Durchschnitt von Slivno nach Tirnova über Starariеka und Bebrova: Wechsellagerung von Sandstein und Kalk wie „auf der Höhe oberhalb Večera" nach dem Porphyr, sandige Gesteine wie zwischen Večera und Baškiöi am Demir Kapu-Pass, und dichter Kalk zwischen Bebrova und Starariеka wie jener von Kasan (Kotel).

2 *a.* Die Fauna der unteren Kreide von Rasgrad.

Über die Cephalopoden der Fauna von Rasgrad verdanke ich Herrn Dr. V. Uhlig die nachfolgenden Ausführungen.

Desmoceras difficile Orb. sp.

Drei Exemplare stimmen in Bezug auf die Schalenverzierung, die Beschaffenheit der Nabelwand und die Lobenlinie mit dem südfranzösischen Typus vollkommen überein, nur sind die Exemplare etwas dicker, als dies der Orbigny'schen Abbildung zufolge sein sollte. Da jedoch Leenhardt und Kilian (Montag. de Lure, p. 229) gezeigt haben, dass in dieser Beziehung auch bei dem südfranzösischen Vorkommen grosse Schwankungen zu bemerken sind und die dickeren Formen sogar ziemlich häufig zu sein scheinen, so kann dies kein Grund sein, die Art von Rasgrad von *Desmoc. difficile* zu trennen.

Desmoceras cf. ***Boutini*** Mathéron. (Rech. paléont, dans le midi de France, Pl. C—21. Marseille 1878.) Taf. I, Fig. 1.

Von dieser Art liegt nur ein Exemplar vor, welches mit der angeführten Species wahrscheinlich direct identisch ist. Auf dem letzten Umgange sind elf stärkere, sichelförmig geschwungene Wülste vorhanden, zwischen welche sich schwächere Zwischenrippen einschalten, die aber infolge der etwas rohen Erhaltung nicht deutlich zu sehen, aber zweifellos vorhanden sind. Hinsichtlich der Sculptur stellt diese Art ein Mittelstadium zwischen den schwach berippten Formen der *Difficilis*-Gruppe und dem stark gerippten *Desmoc. liptaviense* Zeusch. dar. Auf der Externseite sind die Wülste nur wenig nach vorn geneigt, wie dies auch bei *Desmoc. liptariense* der Fall ist. Höhe des letzten Umganges 27 *mm*, Breite desselben 18 *mm*, Nabelweite 18 *mm*, Schalendurchmesser 67 *mm*. Die grösste Dicke liegt ungefähr in der Mitte des Umganges, die Nabelkante ist leicht angedeutet.

Die Form des Gehäuses, die Sculptur und die Zahl der Wülste, die Beschaffenheit der Nabelwand sind wie bei *Desmoc. Boutini*, der einzige Unterschied gegen diese Art, wie sie von Mathéron abgebildet wurde, — eine Beschreibung existirt leider nicht — besteht in der grösseren Dicke des Exemplares von Rasgrad. Da nun aber bei den Ammoniten aus dem südfranzösischen Barrêmien eine leichte Zusammendrückung der

Schalen nicht selten ist, so könnte dies auch hier der Fall sein, und es scheint daher nicht gerathen, auf diese geringe Differenz hin eine neue Art zu begründen. Das vorliegende Exemplar verdient aber jedenfalls abgebildet zu werden.

Desmoc. Boutini Math. unterscheidet sich von *Desmoc. difficile* durch niedrigere Umgänge, weiteren Nabel, schwächere Nabelkante und stärkere Sculptur, zahlreichere Hauptwülste, von *Desmoc. liptaciense* durch schwächere Sculptur, weiteren Nabel, zahlreichere Hauptwülste, niedrigere Umgänge, geringere Dicke, von *Desmoc. cassidoides* Uhl. durch geringere Dicke, schwächere Nabelkante, stärkere Sculptur und namentlich zahlreichere und deutlichere Hauptwülste. Eine sehr nahe stehende Form ist *Desmoc. Oedipus* Math., dessen Sculptur mit der von *Desmoc. Boutini* fast ganz übereinstimmt. Unterschiede scheinen nur in der geringeren Nabelweite und dem völligen Mangel einer Nabelkante bei *Desmoc. Oedipus* vorhanden zu sein.

Die Lobenlinie ist nicht sehr gut erhalten, sie zeigt den Typus der Gruppe.

Desmoceras cf. ***Tachthaliae*** Tietze (Jahrb. geol. Reichsanst. XXXII. 1872. Taf. IX, Fig. 3, S. 136) Taf. I, Fig. 2.

Zu dieser Art kann ein Exemplar gestellt werden, die Zugehörigkeit ist jedoch nicht über jeden Zweifel erhaben. Tietze begründete seine Art auf ein Jugendindividuum, hier aber liegt ein Exemplar vor, dessen äusserer, guterhaltener Theil bereits die Wohnkammer darstellt, während das innere Gewinde leider nicht gut erhalten ist. Die Vergleichung ist daher sehr schwierig. Die Form des Gehäuses, die Wachsthumsverhältnisse, die Beschaffenheit der steil abfallenden Nabelwand mit angedeuteter Nabelkante zeigen sich bei beiden Vorkommen vollkommen übereinstimmend und auch die Sculptur weist grosse Ähnlichkeit auf. Zahlreiche breite und tiefe geschwungene Furchen ziehen vom Nabel zur Externseite. Die Schale zwischen den Furchen ist auf dem Steinkerne glatt. Die Furchen sind auf der Externseite nicht nach vorn vorgezogen. Dies ist das einzige Merkmal, worin die Art von Rasgrad von der Banater Art abweicht, bei welcher die Furchen auf der Externseite ziemlich stark nach vorn geschwungen erscheinen. Da jedoch Grund zu der Annahme vorhanden ist, dass dies weniger ein Art-, als Altersunterschied ist, so glaube ich den Namen des Banater Vorkommens auf das Exemplar von Rasgrad übertragen zu dürfen.

Die Loben sind ähnlich wie bei *Amm. Melchioris* und *Emerici*.

Dimensionen: grösster Durchmesser 65 *mm*, Nabelweite 18 *mm*, Höhe des letzten Umganges über der Naht 28 *mm*, Dicke derselben 21·5 *mm*.

Holcodiscus incertus Orb. Ein schönes, grosses, typisches Exemplar.

Holcodiscus cf. ***Perezianus*** Orb. sp. (Uhlig. Wernsdf. Sch. Denksch. XLVI. Bd., S. 224, Taf. XIX Fig. 5, 11.) Taf. I, Fig. 3, 4.

Zwei Exemplare schliessen sich hinsichtlich der Form des Gehäuses an die genannte Art an, die Rippen stehen jedoch etwas weiter auseinander und sind etwas stärker wie bei der genannten Art. Das Material ist zu dürftig, um als Grundlage zur Begründung einer neuen Art dienen zu können.

Holcodiscus cf. ***Gastaldinus*** Orb. sp. (Uhlig. Wernsdf. Sch. l. c. S. 245, Taf. XIX, Fig. 10.)

Ein unvollständig erhaltenes Exemplar.

Holcodiscus n. sp. aff. ***Gastaldinus*** Orb. Taf. I, Fig. 5, 6.

Zwei Exemplare zeigen die Sculptur der angezogenen Art, sind aber viel dicker. Wahrscheinlich hat man es auch hier mit einer neuen Art zu thun.

Aspidoceras Percevali Uhl. (Wernsdf. Sch. Denkschr. d. k. Akad., XLVI. Bd., p. 238, Taf. XXVI, Fig. 2, 3, Taf. XXVII, Fig. 2.)

Ein Exemplar stimmt vorzüglich mit der genannten Art aus Süd-Frankreich. Die Dicke ist bei dem Exemplar von Rasgrad um eine Spur geringer, dieser Unterschied aber so unbedeutend, dass er wohl nicht weiter berücksichtigt werden kann.

Crioceras cf. ***Tabarelli*** Ast. Taf. I, Fig. 7.

Die Sculptur und die allgemeinen Verhältnisse bieten im Allgemeinen keinerlei Abweichung, wenn man von der etwas gröberen Beschaffenheit der Rippen bei dem Exemplar von Rasgrad absieht.

Crioceras dissimile Orb.

Stimmt namentlich mit dem Vorkommen von Escragnolles vollständig überein.

Crioceras Suessi n. sp. (Taf. II, Fig. 1.)

Ein 188 *mm* langes Bruchstück in unverdrückter Erhaltung. Erinnert nach Dr. Uhlig an *Crioc.* n. f. ind. cf. *Hoplites curvinodus* Phill. aus dem nordwestdeutschen Hils. (Neumayr u. Uhlig, Palaeontographica, Bd. 27). Höhe des Bruchstückes am breiten Ende 83 *mm*, grösste Dicke 65 *mm*, Höhe des verjüngten Endes 69 *mm*, grösste Dicke 47 *mm*.

Die Flanken mit sehr kräftigen Rippen, die alle am Rande der flach gewölbten Externseite kräftige Dornen tragen, jedoch nicht alle gleich stark sind, ja zum Theil noch vor dem unteren Flankenrande endigen, so zwar, dass in der Regel zwischen je zwei fortlaufenden Rippen eine oder zwei schwächere eingeschaltet sind. Die kräftigeren Rippen tragen noch je zwei schwache Verdickungen, wovon die eine näher der Externseite die stärkere ist. Auf der Externseite verlaufen die Rippen abgeschwächt und leicht nach rückwärts gekrümmt, auf der Internseite dagegen ist die Krümmung nach vorne gerichtet. Der Externlobus ist sehr gross.

Ich erlaube mir die neue Art dem Förderer der geologischen Untersuchungen im Oriente zu Ehren zu benennen.

Nach Dr. Uhlig würde wahrscheinlich ein noch viel grösseres Bruchstück (250 *mm* lang) zur selben Art gehören.

Ausserdem liegen noch zwei Stücke vor, welche Herr Dr. Uhlig als neu und zu *Crioceras*, verwandt mit der Gruppe des *Hoplites curvinodus* Neum. u. Uhl., stellt. Das eine der beiden Stücke will ich als

Crioceras n. sp. (Taf. III, Fig. 1) zur Abbildung bringen.

Es hat einen Durchmesser von 250 *mm*, ist zusammengedrückt und trägt an der Innenseite eine Furche. Am Rande der Externseite treten Knoten auf, desgleichen am inneren Rande an den kräftigeren Rippen, zwischen welchen eine oder zwei schwächere Rippen eingeschaltet sind. Die kräftigeren Rippen zeigen ausserdem auf der Mitte der Flanken knotenartige Verdickungen. Das zweite Bruchstück ist gleichfalls als

Crioceras n. sp. (Taf. III, Fig. 2) zu bezeichnen.

Es ist ebenfalls etwas comprimirt und lässt förmlich Einschnürungen in ziemlich gleichen Abständen erkennen; zwischen den stärkeren Rippen, welche an den Einschnürungen auftreten, liegen je sechs schwächere, aber gleichfalls in ihrer Stärke ungleiche Rippen. Ähnliche Einschnürungen zeigt *Ancyloceras cinctus* Orb. (l. c. Taf. 125, Fig. 1), welches aber zahlreichere Zwischenrippen besitzt, als unsere Form. Das Bruchstück ist 134 *mm* lang, die Höhe am breiteren Ende beträgt 49 *mm*, am verjüngten Ende aber 38 *mm*.

Endlich liegt noch ein Bruchstück vor, welches nach Dr. Uhlig als eine neue Art von *Ancyloceras* bezeichnet wird, und welches ich als

Ancyloceras Rasgradi n. sp. (Taf. I, Fig. 8) zur Abbildung bringen will.

Das Stück ist 120 *mm* lang, am breiteren nur wenig gepressten Ende 53 *mm* hoch und 33 *mm* breit, am verjüngten Ende aber nur 43 *mm* hoch und 30 *mm* breit. Der Querschnitt ist an dem letzteren Ende fast rein elliptisch. Die Oberfläche ist gerippt, und zwar treten stärkere geknotete Rippen auf, zwischen welchen schwächere eingeschaltet sind, und zwar eine, zwei oder selbst drei solche. Die Knoten sind in der Dreizahl auf jeder Seite vorhanden, wobei gegen die Externseite zwei Knotenreihen näher aneinander treten.

Heteroceras Astieri Orb. (Kilian, Sur quelq. foss. du Crét. infér. de la Provence, p. 687.)

Obwohl nur ein Bruchstück des Schaftes vorliegt, ist diese Art, Dank der eingehenden Beschreibungen, die man Herrn Prof. Kilian verdankt, doch sicher bestimmbar.

Nautilus* aff. *bifurcatus Oost. (Taf. IV, Fig. 1.)

Es liegt nur ein sehr grosses Exemplar vor, welches einen Theil der Wohnkammer erhalten zeigt. Die Dicke des Gehäuses nimmt gegen die Mündung zu ab, es tritt eine deutliche Verschmälerung der Wohnkammer gegen die Mündung zu ein. Die Sculptur zeigt, dass man es mit einer Art aus der Gruppe des *Naut. Neocomiensis* Orb. zu thun hat. Die häufige Rippenspaltung beweist, dass das Exemplar dem von mir (Uhlig) aus den Wernsdorfer Schichten beschriebenen *Naut. bifurcatus* Oost. jedenfalls näher steht, wie dem *Naut. neocomiensis*. Es unterscheidet sich aber durch die viel grössere Dicke, was namentlich bei den inneren Windungen auffallend hervortritt. Es dürfte da wahrscheinlich eine neue Art vorliegen.

Überblickt man die ganze Cephalopoden-Fauna (man vergl. die Tabelle auf S. 21 [341], so ergibt sich sofort, dass man es mit einer typischen Barrême-Fauna zu thun hat. Die betreffenden Formen gehören fast ausnahmslos der Stufe von Barrême an und finden sich theils in Südfrankreich, theils in den Wernsdorfer Schichten wieder. Nur eine Art kann als eine mittelneocome bezeichnet werden, und zwar *Holcodiscus incertus*; *Desmoc. Tachthaliae* kommt im sogenannten Aptien von Svinitza vor, einer Ablagerung, die aber auch mehrere Barrême-Typen enthält.

Höchst auffallend ist das Vorkommen von zwei Arten, die an norddeutsche Hils-Typen erinnern, und zwar *Crioceras* n. sp. aff. *Hoplites curvinodus* Phill. und *Hoplites oxygonicum* Neum. u. Uhl., eine Form, die auch etwas an *H. vicarius* Vacek erinnert.

Die von Uhlig als mittelneocom bezeichnete Art: *Holcodiscus incertus* d'Orb. erhielt ich in Šumla von Herrn Ingenieur Müller, der mir nur angeben konnte, dass das Stück von Rasgrad stamme. Die beiden anderen Stücke fand ich in der Sammlung von Rasgrad vor.

Mir scheint es nicht unmöglich, dass in Rasgrad unter der Barrême-Stufe auch tiefere Horizonte vorkommen könnten

„Auffallend ist", sagt Uhlig, „das Fehlen von *Phylloceras* und *Lytoceras*. Der Charakter der Fauna ist aber trotzdem alpin, da die Desmoceren, Holcodiscus und gewisse Crioceren (*Cr. Tabarelli* und *dissimilis*) typische alpine Formen sind."

Von Gastropoden liegen nur vier grössere Steinkerne vor.

Natica Javaschovi n. sp. (Taf. V, Fig. 1.)

Eine Form mit rasch zunehmenden Windungen, bei der die Naht etwas über der Mitte der Umgänge liegt. Die Mundöffnung ist nach der Spitze zu etwas ausgezogen. Die Schale ist stark gebläht. Länge der ganzen Schale 120 *mm*, grösste Dicke 100 *mm*, Länge der Mundöffnung 87 *mm*, grösste Breite derselben 49 *mm*. (Localität Weinberg N., Rasgrad.)

Natica* cf. *bulimoides Orb.

Eine Form, die wohl um ein Drittel grösser ist als die citirte Art aus dem unteren Neocom aus dem Pariser Becken (d'Orb., Terr. crét. II, p. 153, tab. 172, fig. 2, 3), in den Verhältnissen aber recht ähnlich erscheint. Länge der Schale 97 *mm*, grösste Dicke 67 *mm*.

Natica* aff. *Rauliniana Orb. (Taf. V, Fig. 2 *a*, *b*.)

Unsere Form zeigt raschere Zunahme des letzten Umganges und daher eine weit grössere Mundöffnung als die Gaultform (d'Orb. l. c. p. 160, Taf. 174, 1). Länge der Schale 58 *mm*, grösste Dicke 52 *mm*, Länge der Mundöffnung 50·5 *mm*, grösste Weite 32 *mm*

Turritella (?) sp. ind. (wahrscheinlich neue Art). (Taf. IV, Fig. 3.)

Der Winkel der Spirale beträgt etwa 20°. Es sind nur $2^1/_2$ Windungen des Steinkernes erhalten (85 *mm* Länge und 41 *mm* grösste Dicke). Der Querschnitt der Röhre ist nach der Spindelspitze zu stark zusammengezogen, am anderen Ende stark verbreitert. Grösste Höhe der Röhre 37 *mm*, grösste Weite 20 *mm*. (Fundort Weinberg, Rasgrad W.)

Von Bivalven liegen vor:

Panopaea cf. ***irregularis*** Orb.

Etwas kürzer als die von d'Orbigny genannte Art aus dem unteren Neocom (l. c. tab. 352, 1, 2), aber in Bezug auf die Streifung (stärkere Streifen und dazwischen feine parallele Linien) recht ähnlich. Länge unseres Exemplares 76 *mm*, Höhe 46 *mm*.

Panopaea spec.

Eine kürzere Form mit unregelmässiger scharfer Streifung; erinnert an *Panopaea Prevosti* d'Orb. (l. c. tab. 356, 3, 4) aus dem Apt, doch sind bei dieser Art die Linien gleichmässiger. Länge unseres Exemplares ca. 70 *mm*, Höhe 41 *mm*. (Taf. V, Fig. 4.)

Pholadomya aff. ***Gillieroni*** Pict. u. Camp.

Stimmt in Form und Grösse recht gut mit der angegebenen Art von St. Croix (tab. 105, fig. 3), die concentrischen Wülste sind nur bei unserer Form gröber und gegen den Schlossrand hinauf sehr abgeschwächt. Länge 54 *mm*, Dicke der Schale 28 *mm*.

Arca spec. (nov. spec.?).

Ein zerdrückter Steinkern, der in Bezug auf seine Form, besonders was den rückwärtigen Theil der Schale, der eine scharfe Kante besitzt, anbelangt, an *Arca Gabrielis* d'Orb. (l. c. tab. 308 und speciell fig. 4) erinnert. Bei dieser Neocom-Art herrscht jedoch die concentrische Streifung vor, während diese bei unserem Stücke gegen die Radialstreifung ganz zurücktritt. Auch der Arealraum ist bei unserer Form weniger weit.

Cardium spec. aff. ***C. Gillieroni*** Pict. u. Camp. (St. Croix, III, tab. 119, fig. 2, tab. 120, fig. 1, 2.)

Bei unserer Form ist der Wirbel des Steinkernes kräftiger und weniger gebogen, und die rückwärtigen Muskeleindrücke werden durch einen Abfall von der Schale geschieden, d. h. sie liegen auf einem dreieckigen Felde (am Steinkern scharf eingeprägt); eine Furche zieht bis gegen den Wirbel.

Ähnlich ist es wohl auch bei *C. Gillieroni*, noch mehr aber bei *C. impressum* Leym. aus dem Néocom moyen (St. Croix l. c. tab. 119, fig. 1), bei welcher Form jedoch die Schale vorne radial gestreift ist, wovon bei unserem Stücke nichts zu merken. Länge des Steinkernes 61 *mm*, Höhe 66 *mm*. Dicke 46·5 *mm*.

Cyprina cf. ***rostrata*** Fitt.

Ein grösseres Exemplar als d'Orbigny (l. c. tab. 271) abbildet, aber in den Verhältnissen recht ähnlich, Länge 99 *mm*, Höhe 84 *mm*, Dicke 69 *mm*.

Von *Ostrea* liegen drei Formen vor:

Ostrea aus der Formenreihe der *Ostrea rectangularis* Röm.

Ostrea Aquila Orb.

Ein ganz ausgezeichnetes, flaches, fast kreisrundes Exemplar, 157 *mm* lang, 144 *mm* hoch, 59 *mm* dick; in zwei Exemplaren vorliegend.

Ostrea *(Exogyra)* ***Haueri*** n. sp. (Taf. V, Fig. 3).

Eine grosse Klappe von fast dreieckigem Umriss, in dieser Beziehung beinahe an *Ostrea Vultur* Coq. (Genre *Ostrea*. Terr. crét., tab. 39, fig. 1—4) aus der Etage Carentonien erinnernd. Mit kräftig gewundenem Wirbel, von welchem ein sehr scharfer und hoch aufgekrümmter Kiel nach dem Vorderrande hinüberzieht. In der Höhe des Wirbels stehen ein Paar kräftiger Höcker darauf, sonst erscheint die so hoch gewölbte Schale nur mit concentrischen Anwachslinien bedeckt, die über den nach vorne fast vertical abstürzenden Theil der Schale hinablaufen. Am Hinterrande befinden sich zwei Falten, wovon die rückwärtige besonders kräftig ist. Ich kenne keine Form, mit der unsere übereinstimmen würde. Länge der Schale 55 *mm*, Höhe 89 *mm*, Dicke 46 *mm*.

Auch einige Terebrateln liegen vor, darunter ein gutes Stück einer in die Formenreihe der *Terebratula biplicata* gehörigen Form, die ich auf Taf. III, Fig. 4 zur Abbildung bringen will, eine gedrungene Form mit

scharfer Faltung an der Stirnseite und niedergedrückt erscheinendem Schnabel. Auch zwei kleine glatte Schalen von *Terebratula* sp. ind. liegen vor. Wahrscheinlich Jugendexemplare.

			Wernsdorf	Gardenazza	Süd-Frankreich		
1.	*Desmoceras difficile* Orb.	Barrême	╪	╪	╪	.	„Rossfelder Sch." Neocom in Rumänien und in der Ost- und West-Schweiz.
2.	„ cf. *Boutini* Math.	„	+	.	.	Taf. I, Fig. 1	.
3.	„ cf. *Tachthaliae* Tietze	Apt.	+	.	.	Taf. I, Fig. 2	Swinitza im Banat.
4.	*Holcodiscus incertus* Orb.	Mitt. Neocom	.	.	╪	.	„Biancone", Rossfelder Sch.
5.	„ cf. *Perezianus* Orb.	Barrême	+	.	.	Taf. I, Fig. 3, 4	.
6.	„ cf. *Gastaldinus* Orb.	„	+	.	.	Taf. I, Fig. 5	.
7.	„ n. sp. aff. *Gastaldinus* Orb.	„	+	.	.	Taf. I, Fig. 6	.
8.	*Aspidoceras Percevali* Uhl.	„	╪	.	╪	.	.
9.	*Crioceras Tabarelli* Ast.	„	╪	.	╪	.	.
10.	„ *dissimile* Orb.	„	╪	╪	╪	.	.
11	*Crioceras Suessi* n. sp.	.	.	.	.	Taf. II, Fig. 1	.
12.	*Crioceras* n. sp. aff. *Hoplites curvinodus* Phill.	Hils	.	.	.	Taf. III, Fig. 1	.
13.	*Crioceras* n. sp.	.	.	.	.	Taf. III, Fig. 2	.
14.	*Ancyloceras Rasgradi* n. sp.	.	.	.	.	Taf. I, Fig. 8	.
15.	*Ancyloceras* sp. n. sp.?)	.	.	.	.	.	.
16.	*Heteroceras Astieri* Orb. sp.	Barr. (Gault)	+	.	╪	.	Escragniolle, St. Croix
17.	*Hoplites oxygonius* Neum. u. Uhl.	Hils	.	.	.	.	.
18.	*Nautilus* aff. *bifurcatus* Oost.	Barrême (Mitt. Neoc.)	+	+	+	Taf. IV, Fig. 1	.
19.	*Natica Javaschovi* n. sp.	.	.	.	.	Taf. V, Fig. 1	.
20.	„ cf. *bulimoides* Orb.	.	.	.	+	.	„Par. Beck." St. Croix Val.
21.	„ aff. *Rauliniana* Orb.	.	.	.	+	Taf. V, Fig. 2	Gault, Savoien.
22.	*Turritella* ? sp. ind. (wahrscheinl. neue Art).	.	.	.	.	Taf. IV, Fig. 3	.
23.	*Panopaea* cf. *irregularis* Orb.	.	.	.	+	.	Unt. Neocom, „Par. Beck."
24.	*Panopaea* sp.	.	.	.	+	.	„
25.	*Pholadomya* aff. *Gillieroni* Pict. u. Camp.	.	.	.	+	Taf. III, Fig. 5	St. Croix (Hauterive).
26.	*Arca* sp. (viell. neue Art.)	.	.	.	.	.	.
27.	*Cardium* sp. aff. *C. Gillieroni* Pict. u. Camp.	Unt. Neocom	.	.	+	.	St. Croix (Valangien).
28.	*Cyprina* cf. *rostrata* Orb. (*C. bernensis* Seym.)	Mitt. Neocom	.	.	+	.	St. Croix (Hauterive).
29.	*Ostrea* aus der Formenreihe der *O. rectangularis* Röm.	Neocom	.	.	+	.	.
30.	*Ostrea (Exogyra) aquila* Orb.	Apt.-Urgon	.	.	╪	.	.
31.	*Ostrea (Exogyra) Haueri* nov. sp.	.	.	.	.	.	.
32.	*Terebratula biplicata* Sow. var.	Apt.	.	.	+	.	.
33.	*Terebratula* sp. ind. Jugendformen.	.	.	.	+	.	.
34.	*Toxaster* cf. *complanatus*	Mitt. Neocom	.	.	+	.	.

╪ übereinstimmende Art, + verwandte Art.

2 *b*. Die Fauna der korallenführenden Etage bei Kasan (Kotel).

Zu den interessantesten Funden dieser Localität gehören die nicht seltenen kugelig knolligen und ellipsoidisch gestalteten, im Detail recht variablen Körper, die bis zu 5 *cm* Durchmesser erreichen und sich nach der Beschaffenheit der Oberfläche als polyzoische Stöcke erkennen liessen, die ich als zu den Hydrozoen gehörig erkannte und an Herrn Prof. Dr. G. Steinmann nach Freiburg zur näheren Untersuchung sandte. Seinerzeit werden wir in den Schriften der kaiserlichen Akademie eine ausführliche Darlegung bringen. Nach einer vorläufigen Mittheilung, die mir von Seite des genannten Herrn Collegen wurde, dürften wir es mit Vertretern des Geschlechtes *Parkeria* zu thun haben.

Einzelkorallen sind nicht sehr sehr häufig, dagegen herrschen die astraeoidischen Stöcke weitaus vor. Von Einzelkorallen liegen vor:

Montlivaultia sp. (n. sp.).

Ein durch Einschnürungen unregelmässig gewordener, nach oben sich schnell erweiternder Kelch mit 24+24+48 Scheidewänden, von welchen der erste Cyclus bis weit gegen die Mitte hin verläuft. Am ähnlichsten in der Form scheint *Veliphyllum caudatum* Quenst. aus dem Nattheimer Korallenkalke zu sein (Petrefactenk. Deutschl. VI, S. 671, Taf. 169, Fig. 6), doch ist unser Stück fast um die Hälfte kleiner. Der Kelch ist etwas elliptisch, tief, die Epithek gerunzelt und recht wohl erhalten. Von den französischen Kreidekorallen könnte nur *Montlivaultia radis* Edw. u. H. (Fromentel, Zooph. crét. 44, 2) in Vergleich kommen, doch ist diese Art von viel ausgesprochener elliptischem Querschnitt, um nur auf einen der Unterschiede hinzuweisen.

Trochosmilia (?) spec.

Ein Kelch mit etwas elliptischem Querschnitt, ohne Säulchen, mit kräftig gerippter Aussenseite. Eine ganz sichere Bestimmung macht der schlechte Erhaltungszustand nicht möglich. Die Rippen der Aussenseite lassen wohl Querblätter, aber kaum Andeutungen einer Körnelung erkennen. Die Durchmesser eines unserer Stöcke betragen 26·5 : 19·5 *mm*. Die Kelche sind mässig vertieft, die Septa sind kräftig und lassen zwei Cyclen gut unterscheiden. Die Stücke könnten übrigens auch Montlivaultien mit abgeriebener Epithek darstellen. Hieher gehört auch ein längerer Kelch mit Einschnürungen, wie sie ähnlich so an *Montlivaultia irregularis* Edw. u. H. vorkommen (de Fromentel, Zooph. crét. 77, 1).

Eines der zu *Trochosmilia* zu stellenden Stücke erinnert in seinen Dimensionen an *Trochosmilia inconstans* de From. (l. c. 33, 1), doch sind die Septa des Stückes von Kotel viel kräftiger, und reichen die kleinsten des dritten Cyclus viel weiter gegen die Mitte des Kelches (Samml. Zlatarski). Zu *Montlivaultia* stelle ich einen grossen Kelch, der nur Spuren der Epithek erkennen liess und an die Formengruppe des *Anthophyllum obconicum* Quenst. (Petref. Deutschl. Taf. 167, 4), und zwar an die von Quenstedt *breviconicum* genannte Form anschliessen würde. Der Durchmesser des Kelches misst etwa 60 *mm*.

Die Septa sind sehr zahlreich und dünnwandig. Recht grosse Ähnlichkeit besitzt der nur wenig grössere Kelch von Sably in der Krim, den Trautschold (Le Néocomien de Sably, p. 3, tab. I, fig. 4) als *Montlivaultia pumila* abbildet.

Von ästigen Korallen liegen gleichfalls nur wenige Stücke vor; eines derselben ist verhältnissmässig recht wohl erhalten und zeigt schöne Zweitheilung des Kelches.

Thecosmilia Koteli n. sp. (Taf. VI, Fig. 11 *a, b*.)

Die Kelche zeigen elliptischen Querschnitt, sind aussen von kräftigen, abwechselnd stärkeren Rippen bedeckt, lassen zwischen diesen die Querlamellen, aber keine Epithek erkennen, welch' letztere abgerieben sein mag. Das Säulchen fehlt. Septa an dem grösseren der beiden ganz kurzen Zweige, der Andeutung der beginnenden weiteren Zweitheilung zeigt, sind etwa 2×39 zu zählen, von der die beiden Kelche äusserlich scheidenden Rippe, die auf die Höhe des scharfen Grates zwischen den beiden Kelchen hinaufzieht. Von Kreidekorallen käme nur die viel grössere *Thecosmilia spissa* de From. (l. c. 94, 1) in Betracht, wenngleich auch *Thecosmilia dilatata* de From. (l. c. 85, 1) in Bezug auf die Kürze der Kelche Ähnlichkeit besitzt. Unter den Coralragformen, wie sie Quenstedt (Petref. Deutschl. Taf. 170) abbildet, müssten gleichfalls die kurzkelchigen Formen verglichen werden.

Eine volle Übereinstimmung besteht aber mit keiner derselben.

Ein anderes Stück einer *Thecosmilia* zeigt gleichfalls kurze Kelche und mehrfache Theilung.

Dactylosmilia (?) n. sp.

Mehrere kleine ästige Stücke möchte ich mit *Dactylosmilia Carentonensis* d'Orb. (de Fromentel l. c. 86, 1) vergleichen, freilich einer wenig sicher begründeten Art. Die kurzen Kelche unserer bulgarischen Form

lassen vielleicht an die genannte Kreidegattung denken. Nur eines der vorliegenden recht zierlichen Stücke (Aufsammlung Zlatarski's) ist einigermassen gut erhalten, und zeigt einer der Äste den Beginn der dichotomen Theilung.

Von einer Anzahl von astraeoidischen Stöcken glaube ich einige zu *Heliastraea* stellen zu sollen, wenngleich die Körnelung der Septaränder nur bei einem Stücke recht wenig bestimmt wahrnehmbar wird. Die anderen dürften schon durch den etwas anderen Bau der Septa die Zustellung zu *Stylina* rechtfertigen.

Unter allen mir bekannten Formen von *Heliastraea* scheint nach der Grösse der Zellen *Heliastraea Defrancei* Mich. nahe zu stehen. Auch die geringe Anzahl der Septa (24) würde übereinstimmen, dagegen weicht die flache, „blattförmige" Gestalt der Stöcke, die bei Kotel (Kasan) so häufig auftritt, von allen den von de Fromentel beschriebenen Formen ab, nur *Heliastraea sulcati-lamellosa* Mich. und *Heliastraea putealis* Mich. (wie die früher genannte Art) gleichfalls von Uchaux (Grünsand) werden als subplan beschrieben. Die erstere hat nun ungleichgrosse und weit abstehende Kelche, während bei unseren Stöcken die Kelche ziemlich nahe aneinandertreten, bei *Hel. sulcati-lamellosa* Mich. erreichen die Kelche viel beträchtlichere Grössen.

Unter den mir vorliegenden Stücken findet sich eines mit ziemlich gleichstarken Sternleisten, während diese bei anderen Stücken auffallend in zweierlei Grössen auftreten und auch dadurch mehr an den Charakter von *Stylina* erinnern.

Ich will die erstere bulgarische Art als ***Heliastraea Kasanensis*** n. sp. bezeichnen, die zweite aber davon unterscheiden durch die Bezeichnung ***Heliocoenia (Stylina) balkanensis*** n. sp. Das beste mir vorliegende Stück dieser letzteren Form zeigt eine concentrisch gerunzelte Epithek auf der Unterseite, wodurch sie noch mehr an *Stylina (Heliocoenia)* erinnern würde. An dieser Unterseite findet sich eine grosse Klappe von *Thecidea* angeheftet.

Eine grosszellige Form (Sammlung Zlatarski in Sofia) mit gegen das Centrum anschwellenden Scheidewänden, erinnert dadurch an *Columnastraea*, ohne dass ich eine nähere Bestimmung vornehmen könnte, da nur ein stark abgewittertes Stück in dieser Ausbildung vorliegt. Die Kelche erreichen einen Durchmesser von 4 *mm*. Die Septa sind 28 an der Zahl. Man könnte dabei auch an *Heliastraea terminaria* Mich. von Uchaux denken. (Mittheil. l. c. S. 21, Taf. V, Fig. 2.)

Aphragmastraea (?) ***Buriani*** n. sp. (Taf. VI, Fig. 12 *a, b, c.*)

Ein flacher, weit ausgebreiteter Korallenstock (80 : 90 *mm* Durchmesser), dessen Unterseite eine wohlausgeprägte gerunzelte Epithek besitzt, ist an der nur ganz wenig gewölbten Oberseite dicht bedeckt mit abgerundet polygonalen, mässig vertieften Zellen, die 4—5 *mm* Durchmesser besitzen und durch Rippen verbunden sind. Die gerippten Zwischenräume zwischen den Zellen haben eine Weite von 1—2 *mm*. Die Septa sind etwa 30 an der Zahl, wovon sich etwa 8—10 gegen das Centrum hin etwas verdicken. An Anschliffen erkennt man, dass sie sich zum Theil förmlich mit einander verbinden, ohne dass es zu der Ausbildung einer wahren Columella käme. Die Vermehrung durch Selbsttheilung ist an mehreren Stellen zu erkennen.

Die aus dem englischen Grünsand angeführte *Parastraea stricta* M. Edw. u. Haime (Monogr. of the brit. foss. Coralls. S. 59, tab. X, fig. 3) hat einige Ähnlichkeit, doch lässt der Erhaltungszustand unseres Stückes Details, wie sie in der Fig. 3 *a* gegeben werden, auch bei starker Vergrösserung nicht erkennen. Die von Eugenie Solomko (Jura- und Kreide-Korallen der Krim, S. 19) aufgestellte Gattung stimmt in den Charakterzügen recht gut, doch weisen beide beschriebenen Arten weit grössere Kelche (5—8 *mm*) auf. *Aphragmastraea superficialis* Eichw. sp. (l. c. Taf. I, Fig. 6) von Mangup zeigt sonst manche Ähnlichkeit, nur sind die Kelche bei dieser Art mehrfach mit einander verschmolzen, was bei unserer Art nur ausnahmsweise bei je zweien zu bemerken ist. Traversen zwischen den Scheidewänden sind in den Kelchen unserer Art nicht vorhanden. Auf der Unterseite sind mehrere Unterklappen von *Thecidea* angewachsen. (Taf. VI, Fig. 12 *b* und 13.) Ein kleineres Stöckchen (35—45 *mm* Durchmesser) mit abgeriebener und daher gestreift erscheinender Unterseite weist etwas grössere Kelche, aber sonst viele Übereinstimmung auf, und glaube ich es gleichfalls zu

Aphragmastraea stellen zu sollen. Endlich liegt noch ein drittes grosses Stockbruchstück vor, das über 75 *mm* Dicke erreicht hat und auch Anzeichen von Vermehrung durch Selbsttheilung erkennen lässt. Die Oberfläche ist uneben und mit in verschiedenen Höhen stehenden Zellen bedeckt, die im Übrigen an die oben genannte Art erinnern.

Astrocoenia cf. ***formosissima*** Mich., Zooph. 304. Taf. 72, Fig. 5.

Eine ziemlich grosse, Stöcke bildende Form. Einer der verbrochenen unregelmässig gestalteten Stöcke hat einen Durchmesser von mehr als 90 *mm*. Die Zellen sind klein, polygonal, ähnlich der citirten Art aus der Gosau. Ihr Durchmesser beträgt $1^1/_2-2$ *mm*.

Die Septa (21—24) reichen bis an die scharfen Kelchränder. Das Säulchen ist ziemlich kräftig. Die Kelche sind mässig vertieft. Die Regelmässigkeit der zwei Cyclen, wie sie Quenstedt (Petref. Deutschl. 178, Fig. 7—15) bei seinen „kleinzelligen Astraeen" von ähnlichem Baue zeigt, finde ich bei unserer bulgarischen Form nicht so schön. Auf jeden Fall steht die Formengruppe der *Astraea reticulata decaphylla* Quenst. sehr nahe. Aber auch *Astrocoenia regularis* de From. (Polypiers foss. de l'étage néocomien, p. 47, tab. VI, fig. 3—4) von St. Dizier ist nahestehend, doch stimmt die Zeichnung nicht mit der Beschreibung. Eine volle Übereinstimmung aber besteht mit keiner der mir bekannten Formen.

In dieselbe Formengruppe gehört auch ein rundliches Stöckchen, welches Zellschichten über einander zeigt und pilzförmige Gestalt annimmt. Einige der Kelche zeigen an den Enden der Scheidewände zweiter Ordnung Anschwellungen, ohne dass es zur Herausbildung von Pfählchen käme.

Ein drittes Stück von rundlich walzlicher Form zeigt breitere Kelchwände und die Septa zeigen häufigere Anschwellungen, so dass ich an die Darstellung erinnert werde, welche Fräulein Solomko (Jura- und Kreide-Korallen der Krim, S. 97, Taf. III, Fig. 9) von *Stephanocoenia Rollieri* Koby von Sudagh (Jura) zeichnet.

Eine Form mit grösseren Kelchen dürfte an *Astrocoenia magnifica* de From. anzureihen sein. (Étage néoc. tab. VI, fig. 1, Pal. franç. Zooph. 534, tab. 129, fig. 2). Die polygonalen Kelche sind recht verschieden in ihrer Form und haben Durchmesser von 4 bis $4^1/_2$ *mm*. Eine sichere Bestimmung ist bei dem schlechten Erhaltungszustande kaum möglich.

Auch zu *Isastraea* dürften einige der Formen mit polygonalen Kelchen zu stellen sein. Doch ist es bei dem Erhaltungszustande schwer die Zähne der Sternleisten zu erkennen.

Jedenfalls gehört zu dieser Gattung eine schöne grosskelchige Form, die ich als *Isastraea* aff. *Tigeri* de From. bezeichnen will, um sie an eine ähnliche Form anzuschliessen. Die polygonalen Kelche haben verschiedene Grösse und erreichen bis über 15 *mm* Durchmesser. Die Kelche grenzen in scharfen Kämmen aneinander. Zweiunddreissig stärkere Septa bilden drei Cyclen, einen vierten Cyclus bilden ganz kurze Septa. Die Kelche sind mässig tief, das Säulchen wenig entwickelt. Nur ein unvollkommen erhaltener Stock liegt vor.

Stephanocoenia sp. (nov. sp.?), Taf. VI, Fig. 14.

Nur ein kleines Bruchstück eines sehr grosszelligen Stockes liegt vor. Der Umriss der Kelche ist polygonal, ihr Durchmesser beträgt bis über 20 *mm*; sie grenzen mit scharfen Kämmen mit den Wänden aneinander. Die kräftigen Septa tragen seitlich eine zarte Granulirung. Ich zähle in dem einen Kelche mindestens 64 Scheidewände. In der Kelchmitte erheben sich ziemlich zahlreiche Pfählchen (ich glaube gegen 18 zählen zu können). Mir ist keine mit der vorliegenden Form vollkommen übereinstimmende bekannt geworden.

Confluente massige Stöcke liegen in drei oder vier verschiedenen Formen vor. Sie müssen wohl zu dem Geschlechte *Latimaeandra* d'Orb. gestellt werden. Gemeinsam ist ihnen die massige, nach oben sich verbreitende Stockform mit wenig gewölbter Oberfläche, die verhältnissmässig grossen und sehr ungleichen Zellen, die nur ausnahmsweise zwei oder drei Mündungen besitzen. Die Ungleichheit der Zellen, die von scharfen hohen Rändern eingefasst werden, bedingt ein unregelmässiges Netzwerk der Oberseite. Die Unterseite ist bei keinem der von mir gesammelten Stücke deutlich ersichtlich. Die gegebene allgemeine Beschreibung lässt wohl erkennen, dass man es mit Formen zu thun habe, die in dieselbe Gruppe gehören mit *Maeandrina tenella* Mich. (non Goldfuss). Die von Michelin (l. c. Taf. 66, Fig. 5) aus der Gosaukreide

abgebildete Form stimmt nämlich in keiner Weise mit der von Goldfuss (in seinem Hauptwerke Taf. XX, Fig. 4) als *Maeandrina tenella* bezeichneten Form überein, welche, aus dem Jura von Giengen in Schwaben stammend, zu *Leptoria* gehört. Auch *Latimaeandra Oceani* de From. (Pal. franç. Zooph. crét. tab. 107, fig. 4) hat einige Ähnlichkeit, besitzt jedoch viel zartere Septa. Dagegen ist die von Reuss (Gosaukorallen Taf. XXI, Fig. 9, 10) als *Latimaeandra Morchella* bezeichnete Form in vieler Beziehung ähnlich, wenngleich die deutliche Körnelung der Kelchlamellen einen Unterschied zu bilden scheint. Auch die von Quenstedt (Korallen Taf. 177, 53) damit indentificirte Form zeigt viel feinere Septa als unsere Formen, sowie die erwähnte Art Michelin's. Eine vollkommene Übereinstimmung kann ich mit keiner der mir bekannten Formen finden, und muss daher alle meine verschiedenen Formen als neu bezeichnen. Von Juraarten ist *Latimaeandra Etalloni* de From. (Polyp. jurass, sup. 1862, tab. VII, fig. 2) am nächsten stehend.

Latimaeandra Koteli n. f. Taf. VI, Fig. 15.

Der unregelmässig gestaltete Stock hat einen Durchmesser von etwa 60 *mm*. Die ziemlich tiefen Zellen haben meist nur eine, seltener zwei Mündungen. Es ist nur ein Kelchzug mit vier Mündungen vorhanden, derselbe ist gebogen und misst 22 *mm*, während Einzelzellen (meist gestreckt) 6—13 *mm* in der längeren Axe messen. An einer Stelle fliessen, ähnlich wie bei Michelin's Abbildung, mehrere umeinanderstehende Zellen mit einander zu einer kleeblattartigen Gruppe zusammen. Die Septa sind kräftig, reichen bis auf die Kammhöhe und lassen ein Abwechseln von längeren und kürzeren erkennen.

Das Säulchen kann ich nirgends erkennen. In einem der grösseren Einzelkelche (10 *mm* Durchmesser) zähle ich 24 stärkere und 24 kürzere und schwächere Septa.

Latimaeandra robusta n. f.

Ein grosses Stockbruchstück von 118 *mm* Länge, 75 *mm* Breite und über 60 *mm* Höhe, mit ziemlich tiefen Zellen, von sehr verschiedener Form der Umrisse. Die Einzelzellen von 12—18 *mm* grösstem Durchmesser sind häufig; es verschmelzen aber auch 2 bis 4 Kelche.

Der Stock ist leider stark abgewittert, doch lassen sich die Sternleisten bis auf die Kammhöhen verfolgen. Das Säulchen kann ich nirgends deutlich erkennen. In den Zellumrissen erinnert unser Stück an *Ulophyllia crispa* Reuss (l. c. S. 106, Taf. XI, Fig. 6), doch sind die kräftigen Septa unserer Form wohl allein schon hinreichend um zu unterscheiden.

Latimaeandra sp.

Eine Form mit engeren Zellenzügen liegt nur in einem schlecht erhaltenen Bruchstück vor.

Einer *Latimaeandra* sieht auch ein recht wohl erhaltener Korallenstock ähnlich, dessen Zellen auf das Beste umwallt sind, jedoch so, dass zwischen den Wällen der benachbarten oft elliptischen Zellen eine Furche verläuft, etwa so wie es Quenstedt bei seiner *Coenotheca Haliturris* (Petrefactenkunde Deutschland's, Korallen, S. 882, Taf. 177, Fig. 46) beschreibt und abbildet.

Die Septa unseres Stückes sind kräftig gezähnt, abwechselnd stärker und schwächer, mit Querblättchen. Die stärkeren Septa der einen Wand schieben sich über das Thälchen als schwächere in die Scheidewandcyclen der benachbarten Zellen, welches Verhalten an *Eugyra* erinnert, mit welcher unsere Form auch in Bezug auf das mangelnde Säulchen übereinstimmt.

Bei einem anderen Stücke wird man fast versucht an *Barysmilia* zu denken, doch hat man es wohl gleichfalls mit *Latimaeandra* zu thun.

Latimaeandra (?) sp. (nov. sp.?) Taf. VI, Fig. 16.

Die Kelche sind in die Länge gezogen. Die Durchmesser eines der wohlentwickeltsten betragen 12 : 4 *mm* von den Kammhöhen aus gemessen. Das Thälchen bis zur nächsten Zelle ist 2 *mm* breit (wieder von Kamm zu Kamm gemessen). Bei diesem Kelche zähle ich 24+24 Septa.

Ein flach stieltellerförmiges Stöckchen will ich als ***Synastraea concava*** n. sp. bezeichnen. (Taf. VI, Fig. 17 *a*, *b*.) Der Durchmesser des elliptischen Stöckchens beträgt etwa 30 bis 34 *mm*, die auf der seicht ver-

tieften Oberfläche befindlichen Zellen sind durch die Wände verbunden, die jedoch durch die an den etwas überragenden Rändern aus einem Kelch in den anderen hinüberziehenden Costalsepta verdickt sind. Die Kelchdurchmesser schwanken zwischen 4 und 4·5 *mm*. Das Säulchen ist papillös, die nicht sehr häufigen Septa sind in drei Kreisen angeordnet. Die Unterseite erscheint radial gestreift.

Synastraea habe ich bei Kotel in vielen Stücken gesammelt. Unter anderen findet sich eine zweite Form mit flach vertiefter Kelchoberfläche mit stärkeren Scheidewänden und grösseren Kelchen als die soeben genannte Form. Ich glaube sie an *Synastraea Toucasi* E. de From. (l. c. S. 603, Taf. 178, Fig. 1, 2) anschliessen zu sollen, wenngleich keine vollkommene Übereinstimmung besteht. Die Grösse der Kelche (ca. 5 *mm*), die Zahl der Septa (ca. 30) stimmen recht gut. Nur die etwas vertiefte Oberfläche unterscheidet.

Auch convexe Stöcke desselben Geschlechtes liegen vor, welche sich recht gut an *Synastraea conferta* Milne Edw. et Haime anschliessen. Die Kelchdurchmesser betragen etwa 4·5 *mm*. Die Zahl der gekrönten Septa etwa 36 bis 40 *mm*.

Centrastraea elegans n. sp. (Taf. VI, Fig. 18 *a*, *b*) möchte ich einen überaus zierlichen tafelförmigen Korallenstock nennen, der in der Form eines Kreisausschnittes vorliegt, als Bruchstück einer nur 3 bis 5 *mm* dicken Scheibe, die einen Durchmesser von mindestens 10 *mm* gehabt haben dürfte.

Die Unterseite lässt unter einer wohlerhaltenen nicht sehr starken, dabei aber concentrisch gerunzelten Epithek Radialstreifung erkennen. Die Oberfläche ist dicht bedeckt von, in unregelmässigen concentrischen Reihen angeordneten Zellen.

Das griffelförmige Säulchen, das Fehlen der Pfählchen, die durch Rippen (Costalsepta) verdeckten Wände sprechen für die Stellung zu *Centrastraea* d'Orb. Die Kelche sind seicht und diejenigen der benachbarten Reihen durch lange, gleichmässig radial verlaufende, an den Seiten gekrönte Rippen verbunden, während zwischen den Nachbarkelchen wenige winkelig gebogene Rippen verlaufen. Die Septa der Kelche sind in drei Kreisen angeordnet, wovon 6 wohl ausgeprägte bis nahe gegen das griffelförmig vorragende Säulchen verlaufen, zwischen welche sich 6+12 weitere und kürzere einschalten. Die Kelchdurchmesser betragen 3·5 bis 4 *mm*, die Entfernung der Kelche von einander (von Säulchen zu Säulchen) 4 bis 4·5 *mm*, die Entfernung der Kelchreihen von einander aber 4·5 bis 5·5 *mm*.

Von kleinzelligen confluenten Korallen liegen mir von Kasan eine Anzahl recht wohl erhaltener Stöckchen vor. Es lässt sich keinerlei Körnelung am Oberrande der nicht durchbohrten Septa wahrnehmen, wie auch keine irgendwie deutliche oder regelmässige Zackung an Längsschliffen, dafür lassen sich aber wohl entwickelte Querblättchen erkennen. Die Septa reichen weit gegen die Mitte, sind sehr kräftig, unregelmässig und wenig zahlreich. Sie gehen von einer der gedrängt stehenden Zellen zur anderen. Ein Säulchen finde ich bei drei dieser kleinzelligen Stöcke nicht vor. Die Kleinheit der Sterne macht die Bestimmung etwas schwierig. Einige der angeführten Charaktere würden für *Astraeomorpha* Reuss sprechen, so die wenigen und unregelmässigen Scheidewände, dagegen führt Reuss an, dass sich die Lamellen („an den Seiten nur wenig gezähnt") im Centrum „mit einer compacten griffelförmigen, mitunter jedoch rudimentären Axe verbinden."

Aber auch an *Holocoenia* könnte man denken, und ich würde vor allem dieses Genus herbeiziehen, wenn nicht auch hier ein griffelförmiges Säulchen Bedingung wäre. *Holocoenia micrantha* Roemer aus dem Hils würde auch in Bezug auf die Kleinheit der Zellen stimmen. (Man vergl. Quenstedt Korallen, Taf. 182, Fig. 3.) Die Abbildung, welche de Fromentel (Polypiers de l'Etage Néocom., Taf. VII, Fig. 8, 9) von *Holocoenia collinaria* de From. gibt, würde in Bezug auf die Rippung recht gut stimmen; die neuere Abbildung (Pal. franç. T. crét., tab. 139, Fig. 2) zeigt jedoch die scharfe Umgrenzung, wie sie sich auch bei *Holocoenia micrantha* Roemer findet. Ähnliche Formen hat Goldfuss und nach ihm Quenstedt aus dem Jura als *Astraea (Centrastraea) gracilis* bezeichnet.

Ich unterscheide drei verschiedene Formen kleinzelliger und confluenter Korallen, und zwar zwei von der bezeichneten Ausbildungsform und eine dritte, bei der die Zellen weniger gedrängt stehen und ein Säulchen sicher zur Entwicklung kommt, soll als *Thamnastraea* (?) bezeichnet werden. Somit hätten wir:

1. ***Centrastraea*** (?) sp.

Die kleinen Kelche (ca. 2 *mm* Durchmesser) sind durch Rippen verbunden, Scheidewände und Rippen auf das zierlichste gekörnelt. Die Zahl der Septa beträgt wohl nicht über 32, wovon vier bis zum Säulchen reichen. In Vergleich zu bringen wäre vielleicht *Centrastraea microphyllia* d'Orb. (de From. l. c. tab. 185, Fig. 2, S. 624).

2. ***Centrastraea*** (***Astraeomorpha*** Reuss?) ***Koteli*** n. sp. (Taf. VI, Fig. 19).

Eines der beiden Exemplare flach und weit ausgebreitet, das andere gedrungener, mit pilzförmig verbreiteter leicht gewölbter Oberfläche. Die Unterseite gestreift und gekörnelt. Die Kelche 1 bis 1·3 *mm* im Durchmesser sehr unregelmässig, die Scheidewände (12 bis 14) sind dick, undeutlich gekörnelt, das Säulchen griffelförmig. Erinnert recht sehr an die viel grösserzellige (2 bis 3 *mm*) *Astraeomorpha Goldfussi* Reuss aus der Gosau.

Hierher gehört vielleicht auch ein Stöckchen von unregelmässig keuliger Gestalt, dessen Erhaltungszustand freilich viel zu wünschen übrig lässt.

3. ***Thamnastraea*** (?) ***minuta*** n. sp. Taf. VI, Fig. 20 *a*, *b*.

Zwei Stöcke (30 : 27 und 70 : 50 *mm* im Durchmesser) liegen vor. Die Unterseite ist gestreift, die flache Oberseite dicht mit den kleinen Kelchen besetzt. Die Form des Stockes ist unregelmässig stieltellerförmig. Kelche haben kaum mehr als 1 *mm* Durchmesser. Die Septa verlaufen ziemlich regelmässig und reichen vier oder sechs bis gegen die Kelchmitte und schwellen dort etwas an. Im Ganzen zähle ich 18 bis 24 Scheidewände in drei Kreisen. Die oben gegebene Beschreibung stimmt am besten für diese Form.

Es liegen, wie schon oben gesagt, und zwar in grösserer Anzahl Entrochiten vor, welche sich zum Theile mit keiner der beschriebenen Formen in volle Übereinstimmung bringen lassen.

Am auffallendsten sind runde, grosse Stielglieder, welche ich als ***Entrochus insignis*** n. sp. bezeichnen will. Sie stammen offenbar nicht aus den jurassischen Pentacriniten- und Belemnitenschichten, sondern aus den cretacischen korallenführenden Mergeln, die ich dermalen als dem Cenoman angehörig betrachten möchte, vorzugsweise nach den darin vorkommenden Parkerien (?). Diese runden oder abgerundet fünfseitigen Entrochiten gehören zu dem Zierlichsten, was man in dieser Art sehen kann und gleichen überraschend der Abbildung eines Crinoidenstielgliedes auf Taf. 58 des Goldfuss'schen grossen Werkes (Petref. Germ. Taf. 58, Fig. 7*l*, welches mit *Cyathocrinus pinnatus* in Zusammenhang gebracht wird, mit dem es aber sicherlich nichts zu thun hat. In Giebel's Repertorium ist dieses Stück ebensowenig berücksichtigt worden als in Quenstedt's Crinoidenwerke (Petrefaktenk. Deutschl., S. 4). Gewisse *Millericrinus*-Formen (*Millericrinus horridus* und cf. *Charpyi*, ersterer aus dem Oxford, letzterer aus dem Corallien, wie sie von de Loriol (Pal. franç. terr. jur., tab. 78, fig. 3 *a*, 6 *a*, oder tab. 101, fig. 2 *a*, 3 *a*, 8 *a* etc.) abgebildet werden, zeigen wohl einige Anklänge in der Beschaffenheit der Gelenkflächen, ohne aber in Übereinstimmung zu stehen.

Bei Kotel sammelte ich mehrere hierhergehörige Formen:

1. Eine Taf. VI, Fig. 3 abgebildete kreisrunde Form (bis 6·5 *mm* Durchmesser) mit feinen, etwas ungleichlangen Radialstreifen, die um ein glattes Mittelfeld herum stehen. Die drei Stielglieder des Säulchens sind 3 *mm* hoch.

2. Ein grösseres rundes Säulchenglied von 2·8 *mm* Höhe, mit zwei stark napfartig vertieften Hilfsarmansatzstellen, lässt deutliche Bündelung der Radialstreifen erkennen, welche um ein glattes, fünflappiges Mittelfeld herum angeordnet sind. Taf. VI, Fig. 4 und 4*a*.

3. Die grossen runden Säulenglieder (Durchmesser 14·6 *mm*, Höhe 2·5 *mm*) haben eine geringere Höhe. Um das centrale runde und enge Nahrungsrohr findet sich ein zierlicher, fünfstrahliger, sternförmiger Eindruck, dessen Lappen sich nach aussen etwas erweitern. Um diesen Eindruck stehen ziemlich kräftige Streifen, die gegen die Mitte hin verdickt und zwischen den Sternlappen am dicksten sind und sich gegen den Rand hin zierlich gabeln. (Taf. VI, Fig. 5, 5*a*.)

4. Ganz ähnliche Verzierungen zeigt auch ein Stielglied mit ziemlich deutlich fünfseitigem Umriss. (Taf. VI, Fig. 6.)

Ausserdem liegt ein Stielglied vor, das kreisrund ist, und bei welchem die sich gabelnden Radiallinien vom Nahrungscanale aus verlaufen (Taf. VI, Fig. 7). Ein Doppeltäfelchen (Durchmesser 6 *mm*, Höhe eines Täfelchens 2 *mm*) zeigt nur am Rande Furchung und Streifung (wie bei *Encrinus*) und trägt eine winzige Hilfsarmnarbe (Taf. VI, Fig. 8). Ein Doppeltäfelchen endlich (6 *mm* Durchmesser und 0·5 *mm* hoch) zeigt *Pentacrinites*-Habitus (Taf. VI, Fig. 9 u. 10).

Von Bryozoen-Stöckchen liegen zwei Exemplare vor, die wohl zu *Ceriopora* (*Reptomulticava* d'Orb.) gestellt werden müssen. Das eine Stück erinnert in seiner kreiselförmigen Gestalt an Spongien, und ich nenne die Form ***Ceriopora (Reptomulticava) spongiformis*** n. sp. Der Stock ist umgekehrt kegel- oder kreiselförmig, besitzt eine äussere Hülle, ähnlich der Epithek gewisser Korallen, welche gerunzelt erscheint. Die obere Fläche, leicht gekrümmt, ist über und über mit kleinen polygonalen Zellmündungen besetzt, deren etwa fünf auf 2 *mm* zu liegen kommen, ähnlich wie bei *Reptomulticava micropora* d'Orb. (Pal. franç. Terr. crét. V. 10—12.)

Ein zweites Stöckchen von ganz unregelmässiger, knolliger Gestalt mag mit dieser Neocomform direct in Zusammenhang gebracht und als ***Ceriopora (Reptomulticava)*** cf. ***micropora*** d'Orb. bezeichnet werden.

Das Vorkommen von an Korallenstöcken angehefteten, mittelgrossen Exemplaren von Unterklappen von ***Thecidea*** sp. wurde bereits erwähnt. Auch Serpula-Röhrchen finden sich hie und da.

Von Bivalven liegen vor:

Cardium sp. (n. sp.?) Taf. VI, Fig. 1.

Eine kleine Form, die in ihren gestaltlichen Eigenschaften an *Cardium bimarginatum* d'Orb. erinnert (Pal. franç. Terr. crét. tab. 250, fig. 4). Auch die scharf gekielten Radialfalten sind vorhanden. Dagegen fehlt die Verzierung derselben mit Knötchenreihen. Scharf ausgeprägte concentrische Linien ziehen über die Falten hin, die besonders in den Furchen wohl entwickelt sind. (Sammlung Zlatarski in Sofia.)

Gervillia (?) sp. (n. sp.?)

Eine mit *Gervillia enigma* d'Orb. (l. c. S. 488, Taf. 396, Fig. 9—11) verwandt scheinende glatte Form, die freilich in der Form auch an die *Gervillia tenuicosta* Pict. u. Camp. (St. Croix, IV, Taf. 156, Fig. 5) erinnern könnte. Doch ist die längsgestreifte Area viel höher, der Wirbel wenig entwickelt und auch die Wölbung der Schalenmitte weniger ausgeprägt. Das vordere Ohr ist stark entwickelt und an der Innenseite stark vertieft. Erst weit hinter dem Wirbel scheint die erste seichte Ligamentgrube zu liegen, eine Erscheinung, welche an die von mir (1881, Denkschr. XLIV. Bd.) aufgestellte neue Gattung *Pterinella* erinnern würde. Freilich fehlt die Streifen- und Körnchenzone derselben ganz und gar.

Avicula (?) sp. ind. Taf. VI, Fig. 2.

Ein Klappenbruchstück einer rechten Klappe liegt vor. Das rückwärtige Ohr ist deutlich. Über die Schale laufen scharfe, zum Theil etwas wellige Anwachslinien.

Endlich liegt auch ein kleines Bruchstück einer ziemlich dickschaligen ***Ostrea*** vor, die sich an *Ostrea rectangulata* Röm. anschliessen dürfte.

3. Von Sliven über Binkos zur Kohle am Mandralyk und von Biela Češli über den Balkan („Zuvanči Mesari") nach Kečidere. (Zweite Balkan-Passage.)

Der Übergang von Sliven nach SW führt über plattige, mergelige, flach gelagerte, WSW—ONO streichende und bald nach N, bald südwärts einfallende Sandsteine oder sandige Mergel nach Kasimbaba. (Nicht angegeben auf der russischen Karte, weil während des Krieges zerstört und seither wieder entstanden.) Die Gesteine der Schotterkegel an den Ausmündungen der Gräben sind theils Sandsteine, theils Mergel, theils

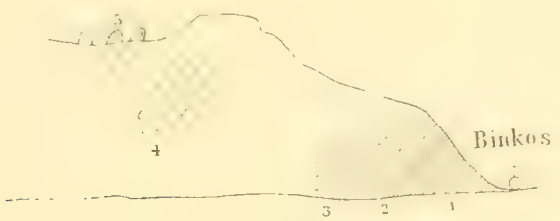
schwarze, weissaderige Kalke. Im Süden, am rechten Ufer der Tundža, sollen nach Skorpil Porphyrite anstehen („Kazanli Bair"). Auch bei Kara Sarli wurde grobkörniger Sandstein, und zwar ein sehr glimmerreicher Quarzsandstein am Bache anstehend angetroffen, neben schwarzen sandigen Schiefern. Gegen Binkos, nahe an der Tundža, kommt man an alt aussehende schwarze und weissaderige Kalke.

Bei Binkos umfliesst die Tundža an ihrem rechten Ufer aufragende graue Kalke, welche vollkommen jener der Čatal Tepe einer-, und jener am Nordrande des Karadža Dagh anderseits entsprechen, während die waldigen, rundrückigen Höhen des Alabair südlich davon (nach Sanner, mit dem auch die Angaben Skorpil's übereinstimmen) aus Mergelschiefern bestehen, jenen ähnlich, die bei Sliven auftreten. Leider fanden sich in den Kalken nur ganz und gar unbestimmbare Spuren von Fossilien. Auch die amphitheatralisch aufragenden Berge im Westen sprach ich nach ihrer Configuration als Kalk an. Sanner zeichnet hier, offenbar der Karte v. Hochstetter's folgend, Gneiss ein. Dessen Grenze gegen den Kalk habe ich hier nicht zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Bei Binkos mündet der mit der aus West kommenden Bela Rieka vereinigte Čamdere in die Tundža. Derselbe durchbricht im Nordwesten von Binkos in einer engen Thalschlucht die östliche Fortsetzung der Medžerlik Planina, welche jenseits (östlich) der Enge den Balkansüdrand bildet, während sie im Westen durch das erwähnte breite Thal der Bela Reka vor dem Balkan Südrande bei Tvardica und Hainkiöi geschieden wird, das noch weiter im Westen immer breiter werdend, den Balkan von seiner südlichen Vorlage, dem Karadža Dagh, scheidet.

Der Weg führt am linken Ufer des erwähnten Zuflusses (Čamdere) durch die enge Schlucht gegen Nord, und zwar durch einen Complex steil nordwärts fallender Schichten: zuerst grobkörnige Quarzsandsteine und Quarzite mit einer Einlagerung von grünlichen und röthlichen Schiefern, über welchen dann graue, dolomitische Kalke folgen, die quer über den Bach streichen und mit jenen an der Tundža übereinstimmen mögen. Sie halten an bis zur Öffnung des Thales der Bela Rieka (man vergl. Fig. 15). Skorpil gibt bei Binkos „oben

Fig. 15.



1. Grauer Quarzit und grobkörnige Quarzsandsteine.
2. Röthliche und grünliche Schiefer.
3. Grauer dolomitischer Kalk (Trias?).
4. Kalk.
5. Quarzit.

bei der Mühle westlich beim Ausgange der Biela Schlucht" Gänge eines Orthoklas-Quarzgesteins an, einer derselben soll „etwa 200 Schritte breit" sein. Auch im Westen bei Terzioba wird in der Schlucht Granit angegeben.

Am Eingange in das eigentliche Thal des Čamdere hat man zu seiner Linken (am anderen rechten Ufer des Baches) ein abradirtes kleines Plateau, das aus wohlgeschichteten nach NNO einfallenden Gesteinen (wie es scheint Kalken) besteht, während zur Rechten Quarzite von älterem Aussehen herrschen, die bis hoch hinan anhalten und in steiler Schichtenstellung mit etwas gebogenen Schichten bizarre Felsen bilden, über welche hin man die unpassirbare Schlucht umgeht. In gewaltig hohen Wänden stürzen die wie gebändert aussehenden Quarzite mit nördlichem Einfallen gegen den Bach ab. Viele Spiegelklüfte zeugen für die Störungsvorgänge.

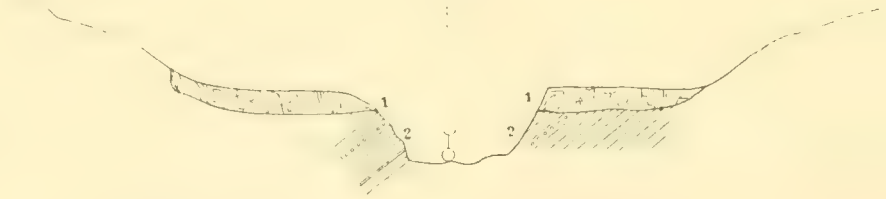
Nach Durchquerung der Quarzite kommt man auf mürbe Sandsteine (wie Flyschsandsteine) und auf bröckelige Mergelschiefer, die zuerst gleichfalls nach Nord einfallen, dann aber mehrfache Knickungen zeigen. Sandsteinbänke keilen in den Mergeln mehrfach aus. Letztere enthalten hie und da Concretionen und an einer Stelle nahe am Bache in einer etwas sandigeren Ausbildung einige ganz unbedeutende Kohlenschmitzchen. In den begleitenden sphärosideritischen Gesteinseinlagerungen finden sich eine Menge schlecht erhaltener Schalen, die recht sehr an jene erinnern, die ich weiter im Westen unweit des Stančev Han aufgefunden habe.

(Denkschr. LV. S. 27 d. Sep.-Abdr.) Unweit davon traf ich auf Mergelschiefergehängen lose Granitblöcke, ein weiteres Vorkommen, welches an jene Blockvorkommnisse im Westen erinnert. Unter Skorpil's Material finde ich, mit der Bezeichnung „zwischen Binkos und Camdere", offenbar aus den Gesteinen, die nördlich von den Quarziten auftreten („mürbe Sandsteine"), ein Stück eines mürben, mergeligen Sandsteines und in diesem schlechten Versteinerungsmaterial einen verhältnissmässig recht wohlerhaltenen Seeigelsteinkern, der als *Schizaster* sp. bezeichnet und zur Abbildung gebracht werden soll (Taf. VII, Fig. 17), wenngleich die Fasciolen kaum angedeutet sind. Das Stück erscheint etwas gestreckt und flach, die Ambulacrallöcher liegen in Furchen vertieft, die Stirnfurche ist gleichfalls tief und die Poren derselben scharf ausgeprägt, zwischen den Furchen erhebt sich die Schale in wohl ausgeprägten Auftreibungen.

Ein noch wichtigeres Fundstück Skorpil's trägt die Bezeichnung „zwischen Biela und Sliven" (Luftlinie ca. 12 *km*!). Es beweist das Auftreten von Fleckenmergeln, auf dieser auch von mir zurückgelegten Wegstrecke (man vergl. unten). Durch das Vorkommen eines Inoceramen-Schalenbruchstückes ist das cretacische Alter dieses Gesteins erwiesen. Es ist eine hochgewölbte Form, welche ausser der Hauptrunzelung noch feinparallele Streifung aufweist, etwa so wie bei *Inoceramus Cuvieri* Sow. Das ganze Vorkommen erinnert an die Inoceramen-Kreide bei Čeperani (meine Abh. LV. Bd., S. 27 d. Sep.-Abdr.) und wird wohl mit den sofort zu erwähnenden Mergelschiefern vor Camdere in Parallele stehen. In der engen und tiefen Schlucht, die gegen das Dorf Camdere hinaufführt, stehen nämlich dünnplattige, röthliche und bläuliche Mergelschiefer an (mit Einfallen nach SW), die sich bis zur Papierdünne spalten lassen, neben Plattenkalken von derselben Farbe mit spärlichen Hornsteineinschlüssen, die ich, obgleich keine Fossilreste aufgefunden werden konnten, mit den soeben erwähnten Inoceramen-Mergeln im Westen in Parallele stelle. Sie bilden einen Schichtensattel, indem sie unten nach SW, oben aber nach NO fallen. Es sind dieselben Bildungen, welche Sanner (Zeitschr. d. d. geolog. Gesell. 1885. Taf. XXII, S. 514) als Jura angesprochen hat. Am Ende der Schlucht treten Conglomerate im Hangenden auf. Ich ging nicht bis Camdere, sondern bog ab nach Sarijar. Dabei kam ich nach Passirung der nordwärts fallenden weissen Quarzsandsteine, über welchen Conglomeratbänke lagern, auf eine Hochfläche, die mit einer mächtigen Lehmschichte (allenthalben ziemlich gleichmässig ausgebnet) bedeckt ist (Fig. 16).

Fig. 16.

Sarijar.



1. Lössartiger Lehm in einer mächtigen Lage.
2. Sandstein mit Conglomeratlagen (Eocän).

Dieselbe wird, wie an Regenrissen und Hohlwegen zu ersehen ist, wohl bis acht Meter mächtig. Vor Sarijar kommt man nochmals über Conglomerate. Sarijar liegt wie in einem Kessel. Der Thalweg ist tief eingeschnitten, während in höherer Lage sich plateauartige Flächen weithin ausdehnen und mehrere Stufen erkennen lassen.

Bei Örendžik trifft man local Brocken von blättrigen Schiefern, während sonst, wie im ganzen Gebiete, mürbe Sandsteine und festere Conglomerate auftreten, die auch Rollstücke von Quarz recht häufig umschliessen. Zwischen Örendžik und Jenikiöi suchten wir eine Localität mit Fossilien auf, die Herr Skorpil vor einiger Zeit besucht hatte. Im Buschwalde fand ich nach langem Suchen eine Art von Strand-Conglomerat, mit ziemlich häufigen Quarzrollstücken und Fossilien. Das Einfallen ist ganz flach nordwärts gerichtet. Das Wichtigste und Häufigste sind walzigästige Korallenstöckchen, die auf das Auffallendste an *Stylophora annulata* Reuss aus den Oligocän Schichten in Oberburg in Steiermark erinnern. Ein grösserer Block war damit

an der Oberfläche dicht bedeckt. In einem etwas feiner körnigen Gestein eingeschlossen fand ich eine röhrige Einzelnkoralle, die wohl zu *Calamophyllia* zu stellen ist. Ein grosser Stock erfordert eine nähere Untersuchung. Er dürfte zu den confluenten *Lithophylliaceen* gehören (vielleicht *Mycetophyllia* sp.?). Ausserdem finden sich viele unregelmässige Kalkkörperchen, die deutlich geschichteten Bau erkennen lassen, etwa dem der Lithothamnien vergleichbar. Endlich fand sich auch ein einziges kleines, gekammertes Schälchen, das ganz sicher einer Foraminifere zuzurechnen ist und wohl als ein kleines Exemplar eines Nummuliten aufgefasst werden darf.

Dieselben Bildungen dürften hier eine grössere Verbreitung besitzen, denn auf dem Wege über Örendzik gegen Biela Češli sah ich ähnliche Sandsteine und Conglomerate an mehreren Stellen. Bei Biela Češli fanden sich die Conglomerate wieder, und zwar rechts von der Strasse, wo feste und mürbe Bänke übereinander auftreten und stellenweise geradezu riesige Blöcke des grauen, von mir als zur Trias gehörig angesprochenen Kalkes umschliessen. In einer feinkörnigen, mürben Bank finden sich stark verwitterte Stöckchen von *Stylophora* neben Abdrücken von Bivalven und Gastropoden und sogar ziemlich häufige Schalen von kleinen gestreiften Nummuliten, die erst näher bestimmt werden müssen, aber schon bei vorläufiger Betrachtung an die jüngeren Formen erinnern. (Vielleicht *N. variolaria* Sow. welche Art Reuss von Oberburg anführt.)

Auf diese Weise erscheint das Becken des oberen Čamdere in einem ganz anderen Lichte, als man bis nun anzunehmen geneigt war, indem anstatt unterer Kreide, die über problematischem Jura folgen sollte, als Beckenausfüllung das Auftreten von jung eocänen, wahrscheinlich dem Oligocän zuzurechnenden Bildungen ausser allen Zweifel gestellt ist. — Mit der Ortsangabe „zwischen Jurendzik und Čamdere“ liegt unter den Skorpil'schen Sachen eine Dolomit-Breccie, die einen leider recht schlecht erhaltenen *Trochus* sp. einschliesst, vor.

Von Biela Češli aus besuchte ich die nordwärts davon gelegene Steinkohlen-Localität am Mandralyk. Dabei kommt man zuerst über dünnplattige, gelbliche Sandsteine und sandige Mergel, die mit 20° nach Nord einfallen, darüber folgen dickbankige, gelbbräunliche Sandsteine, welche kugelige Absonderung zeigen.

Darunter treten graublaue Quarzitsandsteine und lichte Quarzite auf, Grusmassen bildend, über dem darunter zu Tage tretenden Granite, der eine rundrückige, breite, flachgeböschte Masse bildet, und im Norden von dunklen sandigen Schiefern und lichten Quarziten bedeckt wird. Flyschartige Sandsteine und Mergelschiefer folgen hierauf, welche in Falten gelegt sind. Graue dolomitische Kalke in steil aufgerichteten Bänken, die nach Norden fallen, möchte ich für ein weiteres Vorkommen der Trias, für eine nördliche Scholle halten, wenngleich es nicht gelang, irgend welche Spuren von Fossilresten anzutreffen. Conglomerate von grell rother Färbung leiten dann die kohleführende Formation ein. (Fig. 17).

Fig. 17.

Das Kohlenvorkommen von Mandralyk.

1. Sandstein und Mergelschiefer.
2. Desgleichen mit grünen tuffartigen, spiegelklüftigen Einlagerungen.
3. Sandsteine und Mergelschiefer.
4. Dolomitscholle.
5. Grobkörnige, rothe Conglomerate.
6. Rothe Sandsteine.
7. Mergel mit Bivalven.
8. Gefältelte, bituminöse Schiefer mit Kohlenschmitzchen.
9. 2 *cm* mächtiges Flötzchen in bituminösem Mergelschiefer mit Pflanzenspuren.
10. Mergel mit Bivalven (wie 7.). 5—10. Vorherrschendes Verflächen steil bis zu 80° nach Süd.

Das Kohlenflötzchen liegt zwischen Mergeln von braunrother Farbe mit Spuren von Pflanzenresten, und Mergeln mit Bivalven, die zum Theil mit den mir seinerzeit von Herrn Hugo Sanner übergebenen Formen übereinstimmen. (Zeitschrift d. D. geolog Gesellsch., Berlin, 1885, S. 519 ff.) Die Kohle ist an drei Stellen dicht nebeneinander aufgeschlossen und erreicht zu oberst bis gegen 1 Meter Mächtigkeit, ist aber mit bituminösem Thon reich durchsetzt. (Man vergl. H. Sanner's Angaben über dieselbe Route. L. c. S. 515).

Die Fossilien, welche Herr H. Sanner von seiner Reise im Sommer 1882 aus dem Sliven-Balkan mitbrachte, und die ich in einer kleinen Abhandlung (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1885, S. 519—527, mit 1 Tafel) besprach, erlaubten keinerlei irgendwie sichere Altersbestimmung der betreffenden Schichten. Es war dies um so weniger möglich, als auch der Erhaltungszustand alles zu wünschen übrig lässt. Es sind ja durchwegs nur Abdrücke und Steinkerne und die zur Abbildung gebrachten Formen sind durchwegs nach sorgfältig hergestellten Guttapercha Abformungen hergestellt. Aber schon damals wurde ich durch die wenigen Abdrücke von unvollkommen erhaltenen Gastropoden zu dem Ausspruche gedrängt „dass man an Kreide, ja sogar an Tertiär (Oligocän) denken könnte."

Sanner's Fossilien stammen nicht von dem Kohlenfundorte am Mandralyk her, sondern er sammelte sie am Jemisch Dagh in „bräunlichgrauen Thonschiefern" (oder vielleicht zutreffender Schieferthonen). Die von mir in den die Kohle begleitenden schiefrig glimmerig sandigen Mergeln (oder Schieferthonen) gefundenen Bivalven stimmen, wie gesagt, wenigstens zum Theil mit jenen vom Jemisch Dagh überein, so dass kein Zweifel bestehen kann über die Altersübereinstimmung beider Ablagerungen, wie sie schon aus Sanner's Ausführungen (l. c. S. 516 ff.) hervorgeht. Trotz dem einen und anderen Anklange an ältere Formen zweifle ich jetzt nicht im geringsten, dass wir es mit sicherlich jungen Bildungen zu thun haben, die zum grössten Theil, wohl nur in Folge von grossen tektonischen Störungsvorgängen, eine hochgradige Umwandlung erfahren haben, wodurch sie das auffallend alterthümliche Aussehen erhielten. Heute, nachdem mir die weite Verbreitung jüngerer Flyschgesteine im centralen und östlichen Balkan bekannt geworden, und nachdem die Kohle vom Belnovrh etc. (centraler Balkan, S. 26 ff.) und die Pflanzen des begleitenden Gesteins bekannt sind, die von Director Stur nur „vorläufig bis besseres Material vorliegen wird" als der oberen Kreide entsprechend angenommen wurden, und nun nachdem mir die weite Verbreitung sicher eocäner Gesteine im östlichen Balkan bekannt geworden, zweifle ich keinen Augenblick länger, dass die kohleführende Formation des Sliven-Balkan sicherlich jungen Alters sei, ja sogar noch jünger als ich selbst auf jene Pflanzenbestimmungen hin bisher angenommen habe, das heisst jünger noch als jung cretacisch, eine Vorstellung, die ich vor dieser Erweiterung der thatsächlichen Erkenntniss, wie oben gezeigt wurde, nur andeutungsweise laut werden lassen konnte.

Die *Ostrea* sp., welche ich mit *Ostrea Hisingeri* in Vergleich brachte, könnte ganz gut mit *Ostrea inaequa* Desh. (An. sans. vert. I. tab. 83, fig. 2, 4) aus den Sables inférieurs verglichen werden, *Modiola (Brachydontes)* sp. könnte ganz gut ein Vorläufer des feiner gerippten *Mytilus Rigaulti* Desh. (l. c. tab. 74, fig. 23) sein. Vor allem aber die häufigen kleinen Zweischaler, welche ich als *Cypricardia* (?) *Sanneri* n. sp. (Taf. XXIII, Fig. 11—14) und *Cyprina* (?) sp. (Taf. XXIII, Fig. 15) zur Abbildung brachte, stehe ich heute nicht an, als Cyrenen zu bezeichnen, und wäre die erstere kleine Art, als der *Cyrena intermedia* Desh. nahestehend, als *Cyrena Sanneri* n. sp., die letztere aber als der freilich kleineren, jedoch in Bezug auf die Form der Schale und die Beschaffenheit der Schlosszähne gut übereinstimmenden *Cyrena psammosola* Desh. nahestehend zu bezeichnen.

Ob die von mir damals als *Turbo (Eunema)* sp. (Taf. XXIII, Fig. 19) bezeichnete Form nicht besser in die Nähe der Mesostomen oder der Pyguliferen gestellt würde, lasse ich einstweilen dahingestellt. Dass meine Vermuthung, das Bruchstück auf Taf. XXIII, Fig. 21 dürfte zu *Voluta* zu stellen sein, nun alles Auffallende verliert, geht aus allem Gesagten deutlich hervor. Die *Voluta elevata* Sow. aus den Sables inférieurs, welche Herr Th. Fuchs auch aus dem Eocän von Cherson abbildete, dürfte ihr nahe stehen. Auffallend ist, dass alle die nächststehenden oder übereinstimmenden französischen Eocän-Arten aus den Sables inférieurs stammen, so dass man also auch bei der Parallelisirung an das Unter-Eocän denken möchte.

Von Biela Češli schlug ich den Übergangsweg nach Kečidere (auf der Nordseite des Gebirges) ein. Dabei kam ich zunächst über Quarzit und dünnplattige, sandige Schiefer, sodann nochmals über Quarzit und über wenig mächtige gefaltete graue Kalke und Kalkschiefer (die zweimal auftreten), um dann über zunächst nach Süd einfallende Mergelschiefer und Sandsteine (von flyschartiger Entwicklung) auf Conglomerate und dickbankige (gleichfalls nach S fallende) Quarzite zu kommen. Der Steilanstieg, der nach ein und einhalbstündigem Ritte erreicht wurde, führt über weissaderige plattige Kalke, auf dünnplattige, in Grus zerfallende schieferige Mergel, welche gleichfalls nach Süd einfallen. Granit wurde auf dieser gutbewaldeten Wegstrecke nirgends gesehen.

Am nördlichen Hange stehen feinkörnige Quarzsandsteine mit Mergel-Zwischenlagerungen an, die nach SSO einfallen. Die Sandsteine herrschen vor. Vor Kečidere fand ich einen grauen weissaderigen Kalk, der sich durch das reichliche Vorkommen von Bruchstücken von Radioliten als Kreidekalk sicher bestimmen lässt (Radioliten-Kreide). Es ist ein wenig mächtiges Vorkommen.

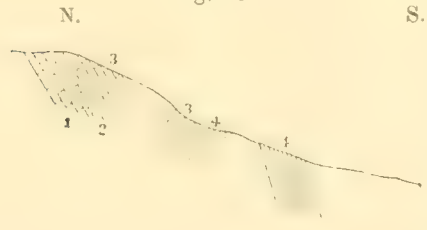
Gleich darauf ist man wieder im Sandstein-Mergelschiefer (Flysch)-Gebirge, das bis Kečidere anhält, und auch unter den mächtigen Lehmmassen am Übergange von Kečidere nach Konesdere auftritt, mit wechselndem Einfallen nach S und N. Nur an der Thalenge vor dem Anstiege steht ein Kalksandstein von etwas grösserer Festigkeit an. In diesem sonst dicht waldigen Sandsteingebirge liegt auch, auf einer weiten Blösse, Stara Rieka, das wir jedoch erst nach einer misslichen Verirrung und einer im Walde verbrachten Nacht am nächsten Morgen erreichten.

4. Von Stara Rieka über Demir Kapu nach Sliven. (Dritte Balkan-Passage.)

Bei Stara Rieka am rechten Ufer des Baches stehen westöstlich streichende, dünnplattige dunkle Sandsteine und Schiefer an, welche gegen SO fallen. Am Bache wechseln sehr grobkörnige Conglomerate in mächtigen Bänken mit den Sandsteinen. Allenthalben sind mächtige Lehmmassen, eine verhüllende Decke bildend, ausgebreitet. Mergelschiefer und in Grus zerfallende Sandsteine und Conglomerate halten an bis zu der Verschanzungen tragenden, Demir Kapu genannten Einsattlung der Vorhöhe. Hier stehen feste, lichtgefärbte Quarzsandsteine und Conglomerate an, die zu Mühlsteinen verarbeitet werden.

Südlich von der genannten Höhe fand ich mitten in der Sandsteinzone ohne eine Spur anstehenden Gesteins zu finden, eine Anzahl von Kalksteinbrocken mit deutlichen Radiolites-Resten, Steine, welche jenen beim Abstieg nach Kečidere recht ähnlich sind. Ob wir es dabei mit Gepäckausgleichsteinen, Saumthierfindlingen zu thun haben, deren schon Boué vor einem halben Jahrhundert Erwähnung gethan hat, oder ob die Kalke doch in der Nähe wo anstehen, muss dahin gestellt bleiben. Zu erwähnen wäre nur noch, dass in einem der Fundstücke das Mitvorkommen von etwas spitz conischen Orbitolinen nachgewiesen werden konnte, wodurch die Altersbestimmung und Parallelisirung dieser Kalke noch weiter ermöglicht wird. Eine gute Reitstunde weiter, immer über Sandsteine, dünnschieferige und bläulich gefärbte Kalkmergel und Sandsteine mit spärlichen kohligen Spuren hinanreitend, kommt man zur Kammhöhe, auf der ein Wachposten steht, der bestimmt ist, die Balkanräuber von dem Saumwege abzuhalten. Die Localität wurde mir als „Wratnik" bezeichnet und ist die auch auf der russischen Karte Demir Kapu genannte Passhöhe. Auch hier auf der Höhe herrschen wieder die bräunlichen, mürben Sandsteine, die gegen Süd einfallen. Wir nahmen — Gensdarm und Führer waren recht wenig des Weges kundig — den Weg gegen Bielo Selo hinab, den östlichsten der drei nach Sliven führenden Saumpfade. Dabei kamen wir (man vergl. Fig. 18) über mit 35° nach S fallende, graue, feinkörnige Kalkbreccien mit weissen Calcitadern, die ziemlich viele späthige Körperchen (Crinoiden) umschliessen (1).

Fig. 18.



Darüber folgen Conglomerate (2) und ein zweites Vorkommen sandiger Kalke (3). Letztere treten bald ein drittesmal (nach mit 40° N fallend) auf, worauf man dann auf plattige, graublaue Mergel mit ganz undeutlichen Pflanzenspuren kommt (4).

Weiter hinab werden helle Quarzite und sodann vollkommen flyschartige Sandsteine angetroffen, die mit papierdünnen Mergelschiefern wechseln, und vielfach geknickt und gefaltet sind.

Sie halten längere Zeit an. Nach einem Ritte von 40 Minuten kommt man über einen ganz gräulichen Abhang im Quarzit, ähnlich jenem nördlich von Binkos, in eine dolomitische Zone, die gleichfalls mit jener, welche man oberhalb Binkos durchquert, übereinstimmen dürfte. Ich möchte diese Gesteine gleichfalls der Trias zuschreiben, wenngleich keinerlei Fossilreste angetroffen wurden. Grushänge, wie in Dolomitgebirgen üblich, reichen in das enge Thal hinab und bizarr gestaltete Felsspitzen ragen an beiden Thalseiten der engen Klause empor. Die undeutlichen Bänke fallen steil nach Nord. Auch Dolomitbreccien treten auf.

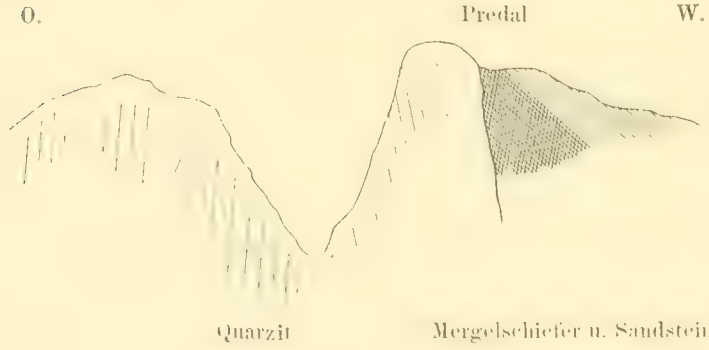
Die Enge des Thales nöthiget zu einem Ritte hoch oben am Hange. Diese Zone hat keine beträchtliche Breite, denn nach kaum 20 Minuten war sie passirt und wir wieder in jüngeren Bildungen. Beim Abstieg vor Bielo Selo (das Dorf blieb ungesehen zu unserer Rechten) kam ich über gelbe mürbe Sandsteine von feinem Korn, die mit grobkörnigen, weissen und gleichfalls mürben Sandsteinen wechseln. In einer der untersten Bänke fand ich einige wenige Fossilien, darunter zweierlei sichere Nummuliten und einen grobrippigen Pecten (vielleicht *Pecten plebejus*). Ausserdem treten in dem recht verschieden körnigen Gesteine (nussgrosse Roilstücke neben wenig abgerollten kleinen Stückchen) weisse, kinollige Körperchen auf, die wohl als Lithothamnien angesprochen werden dürfen.

Auch diese grobkörnigen eocänen Sandsteine und Conglomerate sind bald durchquert und stellen nur ein nicht sehr ausgedehntes Vorkommen, einen Denudationsrest, dar.

Von dem im NO von Bielo Selo gelegenen Kermendži Čiflik, über welches wir eigentlich nach Sliven gewollt hatten, liegen mir einige Aufsammlungen Skorpil's vor, welche dieser schon früher am NO-Ende des Dorfes zu machen Gelegenheit hatte. Es sollen daselbst Kalkmergel mit Quarzeinschlüssen und Mergel mit den Fossilien vorkommen. Die Lagerungsverhältnisse können nicht sicher angegeben werden, doch sollen die Schichten mit 15° nach Osten geneigt sein. Vor allem liegen einige Korallenstöcke vor, auch eine grössere Einzelnkoralle, eine grosse kreiselförmige Schnecke mit je drei kräftigen Spiralwülsten auf den Umgängen (*Pleurotomaria* oder *Trochus?*) und ein Haifischzähnchen, das recht gut mit *Lamna contortidens* verglichen werden kann.

Ein grosser Korallenstock von Kermendži Čiflik (Sammlung Skorpil) lässt sich als zu *Isastraea* gehörig bestimmen. Dort, wo die Abwitterung stärker auftritt, zeigen nämlich die Scheiteländer der Kelchwände schmale Furchen, während dort, wo die Ränder der Kelche wohl erhalten blieben, ein einfacher und scharfer Rand vorhanden ist. Die Septa sind in grosser Anzahl bis über 50 vorhanden, von welchen ein Dutzend bis in die Mitte der ziemlich vertieften Kelche reichen. Der Umriss der Kelche ist unregelmässig, die Durchmesser schwanken zwischen 4 und 10 *mm*. Das vorliegende Stück ist offenbar durch Druck deformirt. Die von Reuss als *Isastraea affinis* bezeichnete Art von Monte Viale im Vicentinischen (Sch. v. Castel Gomberto) steht auf jeden Fall sehr nahe.

Fig. 19.



Man tritt wieder in eine Enge, die in plattigen sandigen Kalkmergeln liegt, ähnlich jenen, wie sie im Südwesten und Westen von Sliven herrschen. Sie fallen nach SO ein, werden weiterhin sandig mergelig, und halten weithin an. Das Verflächen wechselt: an einer Stelle mit 70° nach NW (am rechten Ufer), dann mit 45° nach NO (am linken Ufer). Streckenweise werden die Gesteine dünnplattig und selbst schieferig. Das Thal verengt sich und in dem Defilé stehen dunkle, dickbankige Sandsteine an. Weiterhin wird das Thal zu einer so engen und tiefen Schlucht, dass der Saumweg am rechten Ufer hoch hinanziehen muss. Die Stelle wurde mir als Predal bezeichnet. (Fig. 19.) Die Schlucht liegt in

einem körnigen graubräunlichen Quarzit von älterem Aussehen, ähnlich jenem von Binkos, an dem sich am rechten Ufer discordant bräunliche, spröde, glimmerig flächige Sandsteine und dunkle blaugraue, bräunlich verwitternde Mergelschiefer anschmiegen, die nach NNO mit 35° verflächen. Einen halben Kilometer weiter, nach dem „Predal"-Übergang, sieht man rechts rothe, glänzende Mergelschiefer anstehen, während im Osten die Quarzite einen grösseren Berg zusammensetzen. Bald darauf tritt man wieder in eine Enge in fast durchgehends feinkörnigen sandigen Kalken und Kalksandsteinen, die dünnplattig sind und Hornsteinconcretionen umschliessen. Letztere sind nicht scharf begrenzt, sondern gehen allmählig in das normale Gestein über. Diese Bildungen halten weithin an, und nehmen stellenweise ein Aussehen an, ganz jenen Kalkmergelschiefern gleich, die man vor Čamdere passirt. Das Einfallen ist nach NW gerichtet (zwischen 25° und 45°). Die Thalwände sehen wie gebändert aus und erscheinen bei dem Zickzackverlaufe des „Arsenios Dere" (n. d. russ. Karte), coulissenartig hinter einander immer mit annähernd paralleler Streifung und stufenartig ansteigend. Das linke Ufer (nördlich) ist hier das Bruchufer und zeigt vielfach Neigung zu Brüchen und Rutschungen. Aus diesem Gesteine führt der Weg von Westen her in die Stadt Sliven.

Aus der Gegend westlich von Sliven, Localität Markovica, liegt mir unter Herrn Skorpil's Einsendungen ein Stück plattiger Mergel vor, der recht wohl erhaltene Fucoiden aufweist. Mit der Bezeichnung „NW von Sliven" sind aber sonderbarerweise auch zwei Stücke versehen, die ganz sicher aus dem Devon des Bosporus stammen. Endlich aus dem Süden von Sliven eine wohl tertiäre Breccie mit kieseligem (felsitisch aussehendem) Bindemittel.

5. Von Sliven über Burgudži, Kurudči Sungurlar nach Komarevo und über Kamčik mahala, den Dobral-(Čalikavak)-Pass und Bairamdere nach Šumla.

Die Strasse am Südrande des Balkan von Sliven über Glušnik und Iserli nach Burgudži wurde seinerzeit von Hochstetter verfolgt (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870, S. 413) und neuerlich auch von H. Sanner (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1885, S. 517), der den von Hochstetter gemachten Angaben einige Mittheilungen über die Eruptivgesteine von Glušnik und Bugurdži hinzufügte. Ich kann nur bestätigen, dass allenthalben am Balkanrande die plattigen, sandigen Kalkmergel und kalkigen Sandsteine auftreten, wie sie westlich bei Sliven vorkommen. Sie sind theils röthlich, theils grau gefärbt. Links von der Strasse (nördlich von Iserli) hielt ich mich etwas länger auf. Unter dem dort auftretenden, offenbar von Nord herab gebrachten Gesteinsschuttmassen finden sich nämlich neben dunkelgrauen Kalksandsteinen auch feinkörnige, feste, ganz licht graugelblich gefärbte Sandsteine mit kalkigem Bindemittel. Dieselben enthalten sehr spärliche Fossilien. Darunter in einer etwas mürberen Varietät des Gesteins wenig gekrümmte, fast cylindrische Röhren mit ziemlich kräftigen Ringstreifen auf den unregelmässig gekrümmten Schalen, die man als *Serpula* sp. ansprechen muss. In den festeren Sandsteinen finden sich einige Steinkerne und Abdrücke von Bivalven, so von einem *Cardium* sp. mit scharfen Vorragungen auf den Radialstreifen, von einer nach rückwärts etwas ausgezogenen Schale, die man für eine *Corbula* (ähnlich *C. gallica*) halten möchte und eine Schnecke mit stark angeschwollenem letzten Umgange und spitz ausgezogener Spindelspitze.

Ausserdem liegt auch ein gröberer Sandstein vor, der viele Glimmerblättchen enthält und durch das Vorkommen sehr kleiner (1—3 *mm* Durchmesser) Nummuliten mit sehr zierlichen, gegen den Rand gebogenen Radialstreifen versehen ist. Sie haben der Form nach Ähnlichkeit mit *Nummulites planulatus* Lam., wie er mir aus dem Nummulitensandstein von Soissons vorliegt.

Endlich liegt mir von derselben Localität noch ein sehr feinkörniger, mit Säure gleichfalls brausender, glimmeriger Sandstein vor, der zahlreiche, leider unvollständig erhaltene Laubblätter umschliesst, die aber durchaus nicht an jene der Steinkohle führenden Schichten erinnern.

Auf dieses Nummulitenvorkommen wurde ich schon früher von den Herren Zlatarski und Skorpil aufmerksam gemacht. Unter den Einsendungen des Letzteren liegen mir auch einige Stücke von Iserli vor, und zwar „NO von Isirli": Ein grauer Sandstein mit groben Sandkörnern und kohligen Spuren und vielen kleinen Nummuliten, eine kleine Bivalve mit zarter Radialstreifung (2·5 *mm* Durchmesser), ein *Natica*-Stein-

kern und ein Stück feinkörniger Sandstein mit einem Haufwerk von Gangausfüllungen (*Teredo*?). „Ein Dicotyledonenblatt", welches Skorpil an dieser Stelle gefunden hat, liegt mir nicht vor.

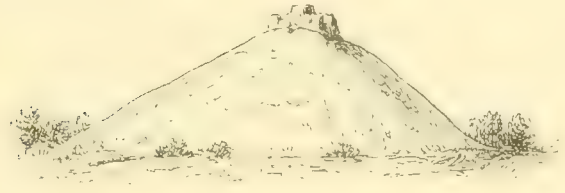
Weiterhin gegen Burgudži fand ich auch Eruptivgesteine in scharfkantigen Bruchstücken, darunter ein licht gefärbtes Gestein, welches ich als Rhyolith ansprechen möchte. Vorher schon, unweit Iserli, wurde ein Mandelstein gefunden. Die Eruptivgesteine des östlichen Balkan sollen später einer eingehenderen Untersuchung unterzogen werden, und gebe ich nur vorläufige Mittheilungen über die Untersuchungsergebnisse. Die Verhältnisse bei Burgudži hat Herr Sanner (l. c. S. 518) besprochen. Er gibt einen Plagioklas-Olivin-Augit-Basalt als die Kegelberge bei Bugurdži zusammensetzend an und im Thale des Bugurdži dere werden rothe, graue und braune Thonschieferbänke der Kreideformation mit Auf- und Zwischenlagerungen von Basaltconglomeraten und Tuffen angegeben. Ich fand bei Burgudži feinkörnige, plattige Sandsteine mit kalkigem Bindemittel und pflanzlichen Resten auf den Schichtflächen und mit Kalkspathadern: Ein echtes Flyschgestein. Im Dorfe beim Kmetenhaus anstehend, fand ich ein dunkelgraues Massengestein mit Plagioklas, das ich bei makroskopischer Untersuchung nur als einen Andesit ansprechen kann. (Die vorläufige mikroskopische Analyse durch Herrn A. Rosiwal ergab reichlichen Gehalt an Augit, so dass man es mit einem typischen Augit-Andesit zu thun hat.)

Eines der Gesteine von Burgudži stellte sich bei näherer mikroskopischer Untersuchung als ein Krystalltuff heraus, der mit den betreffenden Gesteinen aus dem Karadza Dagh (östliche Sredna Gora), und zwar von Čirkova und von der Höhe der Sredna Gora Ähnlichkeit besitzt. Es enthält besonders viele Splitter von umgewandeltem Hornblende- und Biotit-Andesit und ist sehr reich an Calcit, welcher sowohl als Bindemittel, als auch als Umwandlungsproduct der Krystalleinsprenglinge auftritt.

Das andere ist als ein Augit-Andesit zu bezeichnen.

Das Vorkommen von klastischen Gesteinen mit viel Feldspatheinschlüssen und kalkreichem Bindemittel konnte ich gleichfalls constatiren. Westlich vom Kmetenhause erhebt sich ein ideal schöner Kegelberg mit krönenden Felsen auf der Höhe. — Dieses Eruptivgestein reicht nach einer Angabe Skorpil's bis nach Glušnik, wo es in der Schlucht mit dem grauen, plattigem Kalkmergel in Contact treten dürfte. Skorpil hält das Eruptivgestein von Glušnik übrigens für Porphyr.

Fig. 20.



Kegelberg westlich vom Kmetenhause zu Burgudži.

Aus einem der von Nord ausmündenden, kurzen Gräben werden von einem Wildwasser Sandsteine und mergelige Kalke herausgebracht, auch graue und röthliche dünnplattige Gesteine.

Hier sollen auch Kupfererze (Kiese) vorkommen: wohl Contactbildungen. Die Verhältnisse erinnerten mich übrigens einigermassen an jene von Čelopek im Westen. Die Fahrstrasse, die von Jamboli über den Balkan führt (nach Kotel einer- und nach Preslav anderseits), durchquert östlich von Burgudži ein Sandsteingebirge, das mich recht sehr an die Verhältnisse, wie sie in der Sredna Gora bei Kriva Kruša herrschen, erinnerte. Mergel mit dünnplattigen, dunklen Sandsteinen fallen steil nach Nord ein. Nur einmal zeigt südliches Einfallen eine Knickung der Schichten an. Die Mergel sind etwas glimmerig, nicht vollkommen dicht und sind von vielen feinen Klüften durchsetzt (ähnlich wie beim Ruinenmergel). Es sind echte Fucoidenmergel.

Gegen Sigmen (Semen) hin gibt Skorpil das Vorkommen von plattigen Kalkmergeln an, welche mit 20° gegen SW fallen.

Diese Gesteine setzen den ganzen Rücken zusammen, welcher die Ebene südlich von Burgudži einer- und das beckenartige weite Thal von Mokreni-Komarevo anderseits scheidet.

Von Herrn Skorpil liegen mir Notizen vor über die Route Trapoklovo und Dragodanovo nach Sedlarevo, einem etwa 6 *km* westlich von meinem Reisewege gelegenen Übergang über den erwähnten Rücken. Er fand bei Sedlarevo Flyschsandsteine und Conglomerate (mit Graniteinschlüssen, Quarz und Por-

phyr!). Auch Fucoiden-Kalkmergel (mit 50° nach N fallend) werden westlich von Sedlarevo angegeben. Gegen Dragodanovo treten Chondritenschiefer auf, die mit 30° nach SO und weiterhin mit 50° nach S fallen. Nördlich von Dragodanovo werden röthliche, plattige Kalkmergel als mit dem Eruptivgestein im Contact stehend angegeben. Endlich treten auch hier am Rande Sandsteine und bröckelige Mergel auf, die mit 40° nach NW fallen sollen und als Eocän angesprochen werden. Herr Skorpil hat auch die Wegstrecke Mokren—Isupli begangen und gibt, als den Wasserscheiderücken zwischen Tundža und Kamčik bildend, „Karpathensandstein" an. Am See von Kajabaš steht quarzitähnlicher Sandstein an, bei Isupli (im SW davon) treten am rechten Ufer des Kamčik Flyschsandsteine mit Kohlenschmitzchen auf. Die Sandsteine seien mit eigenthümlichen, netzartigen, natürlichen Aushöhlungen versehen.

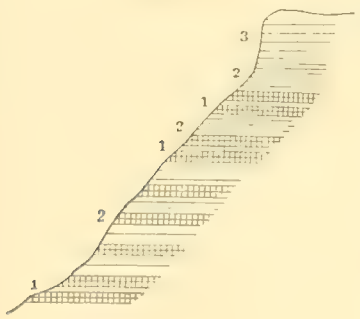
Dieselben Gesteine fand Skorpil auch längs des Weges den Kamčik abwärts bei Manolič und Podvis und im NW von Kadirfakli auf der Höhe des „Tepe gjaz" im O von der Strasse über den Kodža-Balkan nach Vrbica. An der letzteren Stelle gibt er grobkörnige Sandsteine von Flyschcharakter an. Nördlich vom Dorfe Kadirfakli stehen plattige Kalkmergel an.

Im Gebiete der balkanischen Kalkmergel finden sich sogenannte „bela prst", d. h. weisse Erde, die von den Leuten zum Weissen benützt werden. —

Wir schlugen den Weg über Kurudži, Aptolkiöi, Čerkesli, Sungurlar, Jenikiöi nach Komarevo ein.

Wir kamen zuerst über ein niederes Plateau, das mit braunem, mürbem Sandstein und Sand erfüllt ist, ähnlich wie jenes bei Sarijar. Bei der Quelle vor Aptolkiöi fand sich typischer Fucoidenmergel mit lichtgefärbten Fucoiden. Auch mittelkörnige, glimmerige Kalkbreccien treten daselbst auf. Bei Čerkesli konnte folgendes Profil (Fig. 21) beobachtet werden:

Fig. 21.



1. Fucoidenführende Kalkmergel.
2. Feste Kalkmergelbänke mit sandigen, zerfallenden Mergeln wechselnd.
3. Sandsteinbänke mit glimmerigen Schichtflächen, dünnplattig mit kohligen Spuren. (Echter Flyschsandstein.)

Der Brunnen bei Jenikiöi ist zum Theil aus einem ausgezeichneten Rhyolith oder Liparit gebaut. Ein löcheriges, röthlich gefärbtes Gestein mit rundlichen kaolinisirten Feldspathen und sehr reichlichem frischen Quarz, das unter dem Mikroskope sich als ein Quarztrachyt mit mikrofelsitischer Basis ergab.

Hinter Komarevo erhebt sich ein flachgeböschter Kegelberg, der etwas an jenen von Burgudži erinnert und auch festes Gestein auf der Spitze trägt.

Im Bachbette bei Komarevo fanden sich vorwiegend Mergel und Sandsteine und nur ein Stück eines zersetzten Eruptivgesteines.

Am Wege nach Dobral hat man abermals einen Rücken zu durchqueren, ähnlich jenem zwischen Burgudži und Kurudži. Zuerst kommt man über mürbe, glimmerige und dünnplattige Sandsteine, die nach West einfallen und sodann auf graue, blaufleckige, sandige Kalke.

In dem ersten Seitengraben nördlich von Komarevo tritt unter einer 3—4 Meter mächtigen Lehmschichte eine thonige, seifensteinartige Masse auf, die krümmelig zerfällt, sich fettig anfühlt, etwas an der Zunge klebt und von dem Löthrohr leicht schmilzt. Daneben finden sich viele Kalkconcretionen, die das thonige Material förmlich verdrängen.

Der Weg nach Dobral über die Höhe führt über die Schichtenköpfe der erwähnten flyschartigen Gesteine hinüber. Grauweisse, sandige Kalke mit viel Quarzsandeinschlüssen treten zuletzt vor dem Abstiege ein.

Beim Abstieg gegen Dobral finden sich viele weisse Kalkconcretionen auf den Hängen. In dem kleinen Becken von Dobral finden sich dieselben Gesteine. Auch grobkörnige Quarzsandsteine von jüngerem Aussehen treten auf (an die eocänen Sandsteine erinnernd, aber ohne Fossilreste). Auch die grauweissen sandigen Kalke treten wieder auf und führen stellenweise Hornstein.

Grosse Lehmmassen erfüllen den Thalboden; in den Lehmschluchten wird der Weg fast unfahrbar. Von Dobral nach Kosten über Jeni Mahala (eine östliche Parallelroute zu jener von Komarevo nach Dobral) fand Skorpil gelbliche glimmerige Sandsteine bei Jeni Mahala, während der Rücken zwischen Bozilkova nach Kosten aus plattigen Kalkmergeln mit spärlichem, schwärzlichem Feuerstein und aus Sandsteinen (bei Bozilkova) besteht. Die Schichten streichen O—W und sind zum Theil bis vertical aufgerichtet.

Eine eigenthümliche Erscheinung bieten in diesem Becken uralte Birnbäume, die über und über von Wein umwuchert sind, so dass nur einzelne Äste noch Laub tragen, während alle übrigen Theile der Bäume vom Weinlaub dicht bedeckt sind, auch die Reben sind uralt und erreichen Durchmesser von 15—20 *cm*. An einer Stelle inmitten des Sandsteingebirges fand ich ein Stück einer schwarzen, schwammig löcherigen Glasschlacke.

Vor Dobral kommt man mehrmals über bräunlich gelbliche glimmerige Sandsteine von feinem Korn, die vielfach kugelförmige Absonderung zeigen und ganz mit den feinkörnigen mürben Sandsteinen in Übereinstimmung zu stehen scheinen, die ich in der Gegend von Osmanbazar angetroffen hatte. Von Dobral führt der Weg sofort mit ziemlicher Steigung über einen Sattel hinüber ins Thal des Deli Kamčik. Zunächst kommt man auf grauweisse sandige Kalke, welche gegen NO (hora 4) mit 75° und noch steiler einfallen. Kalke, welche mit denjenigen des Nordrandes des gegenüber liegenden Rückens (Komarevo—Dobral) in Übereinstimmung stehen dürften. Sandsteine folgen hierauf in concordanter Lagerung. Dann kommt man sofort wieder auf Kalke und feste Sandsteinbänke, welche über und über mit Wülsten und Hieroglyphen bedeckt sind und ganz und gar den Ropianka-Schichten gleichen. Nach oben werden die Flyschsandsteine herrschend und fallen zuerst flach und bald darauf wieder sehr steil nach NNO. In einer Bank erscheinen sie durch Abwitterung förmlich in Ellipsoide aufgelöst und halten dann an bis zum Abstieg gegen den Deli Kamčik. Kurz vorher kommt man über eine Einlagerung von Kalksteinbreccien von mittelgrossem Korne mit ganz undeutlichen Spuren von Fossilien, und an einer anderen Stelle über weissen Quarzsandstein mit glaukonitischen Einschlüssen. Diese lichten Sandsteine zeigen an einem der Fundstücke an Abwitterungsflächen deutliche Anzeichen sehr unregelmässiger Schichtung (ähnlich derjenigen Erscheinung, die man als „falsche Schichtung" zu bezeichnen pflegt). In Mergelzwischenschichten zwischen den Flyschsandsteinen finden sich zarte Fucoiden (ähnlich den *Chondrites intricatus* Sternb.).

Am linken Ufer des Kamčik vor Kamčik Mahale stehen steil aufgerichtet und in Falten gelegt die auf der anderen Thalseite herrschend gewesenen Sandsteine an.

Von Kamčik Mahale, einem lang hingedehnten, wenig heimlichen türkischen Dorfe, führte unser Weg über die Einsattlung zwischen dem Debelič- und Karnabat-Balkan nach Čalikavak (Čalikavak-Pass etwa 220 Meter über dem Deli Kamčik). Zu unterst vor dem Eingange in das südöstlich verlaufende Defilé kommt man über Sandsteine, die zuerst nach SW, etwas weiter oben aber nach NO einfallen. Am Eingange in den Engpass stehen graue, bankweise spathaderige sandige Kalke an, die jenen südlich von Dobral ähnlich und nur etwas dunkler gefärbt sind. Sie bilden auf der Höhe oberhalb Kamčik Mahale mauerartige Abstürze. Wenige Minuten weiter folgen dann wieder südwärts einfallende dünnplattige Sandsteine. Eine Änderung der Verhältnisse deuteten uns Findlinge eines rothen und weissfleckigen Kalkes im Bachbette an. Die weissen Einschlüsse sind wenigstens zum Theil auf Korallen zurückzuführen. Einige der Flecken lassen deutlich die Scheidewände der Kelche erkennen.

Beim Steilanstiege kommt man dann auf stark gepresste und zerdrückte, dunkel grünlichgrau gefärbte Mergelschiefer, welche Neigung zum grusigen Zerfall zeigen. Sie werden ganz dünnplattig und umschliessen ebenfalls dünnplattige Kalkschiefer mit mergeligen Schichtüberzügen. Hier fanden sich die ersten Findlinge eines fossilienreichen grauen und röthlichen Crinoiden-Brachiopodenkalkes, der auch viele Belemniten umschliesst und eine förmliche Breccie aus den genannten organischen Resten darstellt.

Anstehend sind vorerst noch die Mergelschiefer, und es treten auch noch Sandsteine von flyschartigem Aussehen hinzu.

Weiter hinauf, bis zur Höhe von etwa 100 Meter über dem Kameik, kommen dann zwischen denselben Mergelschiefern graue aderige Kalke vor, welche steil südwärts fallen und viele Fossilien enthalten. Von ihnen stammen die Findlinge her, die wir zuvor angetroffen hatten. In den dunklen Schiefern selbst, die petrographisch einigermassen an die Partnach- oder an die Wengener Schiefer erinnern, finden sich rothe Mergelconcretionen mit Kieseinschlüssen.

Die Kalke entsprechen ohne allen Zweifel wieder dem mittleren Lias und dürfen als Äquivalente der von uns zuletzt aus dem Teteven- und Trojan-Balkan beschriebenen Vorkommnisse betrachtet werden. (Denkschr. LV. Bd. 1889, S. 40, 53, 60 u. 62 d. Sep.-Abdr.) Besonders häufig liegt ein kleiner *Spirifer* vor, der wohl zu *Spirifer verrucosus* v. Buch (Quenstedt, Jura, Taf. 18, Fig. 10, 11) gestellt werden darf, da der Sinus bis in die Schnabelspitze zu verfolgen ist. Daneben findet sich eine gefaltete Art mit tiefem Sinus, die wohl in die Formreihe des *Spirifer Walcotti* Sow. zu stellen sein wird. Sie stimmt ganz wohl mit den von Quenstedt aus δ beschriebenen zierlichen Formen überein (Brachiopoden, Taf. 54, Fig. 86, 87). Es liegen mir aber auch mehrere Exemplare von viel bedeutenderer Grösse vor, die auf das beste mit der von Suess (Brachiopoden der Kössener Schichten, Denkschr. VII, Taf. II, Fig. 6) aus den Grestener Schichten als *Spirifer Hauері* beschriebenen Form übereinstimmen.

Terebratula liegt in mehreren kleinen Exemplaren vor, darunter wohl auch *Terebratula cornuta* Sow.; *Rhynchonella* cf. *variabilis* Ziet. liegt in kleinen, wohlerhaltenen und auch in grösseren Exemplaren vor; die kleinen Stücke gleichen recht sehr den von Quenstedt (Jura, 22, Fig. 5, 6) als junge Exemplare von *Rh. quinqueplicata* Ziet. bezeichneten Formen.

Häufig ist eine kleine glatte, dünnschalige und concentrisch gestreifte Auster, welche an die unterliassische *Ostrea rugata* Quenst. (Jura III, Fig. 17) erinnert. Ausserdem liegen noch vor, und zwar zum Theil zusammen mit den genannten Brachiopoden, zweierlei Belemniten, eine kleinere schlanke Form mit ganz kurzem Phragmoconus, und eine kräftige, gedrungene Art, welch' letztere wohl zu *Belemnites paxillosus* Voltz gehören könnte. Recht häufig sind Stielglieder und Stielstücke eines *Pentacrinites* sp. ind.

Gegen die Kammhöhe zu kommt man dann 1. auf grobkörnige feste Sandsteine mit Conglomeratbänken und Mergelschiefereinlagerungen, deren Alter mit Sicherheit nicht angegeben werden kann. Dann kommt man 2. an Kalke, welche offenbar von den die Fortsetzung der die Höhe im NO bildenden Bänken herstammen. Am Bache stehen 3. grobkörnige Conglomerate mit Rollsteinen, die bis über Kopfgrösse erreichen, an. In denselben finden sich gar nicht selten granitische Blöcke, die zum Theil eckig und wenig abgerollt erscheinen, und stark abgerollte andesitische Gesteine mit grossen Feldspathkrystallen, wodurch sie eine porphyrische Structur erhalten. Das Gestein muss (nach A. Rosiwal) als ein Augit-Andesit bezeichnet werden. Es finden sich nur derb aussehende Plagioklas-(Andesin-)Einsprenglinge. Der Augit tritt sehr zurück. Dagegen ist der Magnetit sehr häufig. Die Grundmasse ist quarzführend (felsodacitischer Typus). Die schwarzgraue Färbung verdankt sie den zahlreichen schwarzen, stäbchenförmigen (bacillenähnlichen) Ferriten. Plagioklas-Trichite.

Über diesen Sandsteinen und Conglomeraten folgen 4. Bänke eines blendend weissen, reinen, feinkörnigen Kalksteines, der reich ist an Echinodermen. Darüber treten 5. graubräunliche feinkörnige Sandsteine mit kalkigem Bindemittel, vielen winzigen Brauneisenkörnchen mit glänzenden Flächen und ziemlich häufigen Einschlüssen von Fossilien auf.

Zu oberst am Sattel stehen 6. mürbe, sandige Mergel an, mit Einschlüssen von Fossilien.

Aus den Fossilresten, die in nicht allzu grosser Häufigkeit aufgefunden wurden, schliesse ich auf untercretacisches Alter dieser Ablagerungen.

Aus den weissen Kalksteinen (4.) liegen vor Allem in grösserer Anzahl kleine Seeigel vor, die sich nur schwierig in ihren Steinkernen aus dem festen Gestein freimachen liessen. Sie gehören zum Geschlechte *Catopygus*, doch erlaubt es der Erhaltungszustand nicht, eine nähere Bestimmung vorzunehmen; es kann aber festgehalten werden, dass *Nucleolites (Catopygus) carinatus* Gldf., wie ihn zum Beispiel Quenstedt (Echinodermen, Taf. 79, Fig. 1) aus der chloritischen Kreide darstellt, manche Ähnlichkeit besitzt; freilich ist unsere

Art etwas kleiner und von etwas anderen Verhältnissen. Ausserdem liegen mehrere Stücke einer *Ostrea* mit kräftigem Wirbel (*Exogyra*) vor, deren eine den kleinen und schlanken Formen aus der Reihe der *Exogyra columba* Lam. nicht unähnlich ist, während eine andere an *Ostrea hippopodium* Nils. erinnert.

Aus dem bräunlichen feinkörnigen Sandsteine (5.) liegt vor Allem häufig eine *Serpula* vor, welche, was Form und Grösse anbelangt, an eine mir vorliegende *Serpula* aus dem unteren Grünsand von Nods (Dép. Doub) erinnert. Der Röhrenquerschnitt ist unregelmässig rundlich ohne scharfen Kiel. Neben dieser *Serpula* liegen Schalenstücke vor, die sicher auf *Perna* zu beziehen sind. Eines der Stücke zeigt die flache Innenseite, lässt die äussere faserige Schalenschichte und den eigenthümlich geschwungenen Verlauf des Schalenrandes erkennen, welch' letzteres an *Perna Mulleti* Desh. aus dem Apturgon denken lässt.

Auf demselben Handstücke liegt neben einer nicht näher bestimmbaren, ziemlich flachen *Ostrea* ein *Lithodomus*, der, obgleich nur das Wirbelgebiet aus dem Gestein freigemacht werden konnte, doch wenigstens der Gattung nach recht gut kenntlich ist und dem *Lithodomus oblongus* d'Orb. nahe stehen dürfte, sowie ein kleines, zerdrücktes *Cardium* mit gedrängt stehenden Rippen, das an *Cardium Ibbetsoni* Forb. anschliessen dürfte, jedoch etwas gröbere Rippung aufweist.

Ein ganz besonderes zierliches Fossil liegt aus dieser Schichte noch vor, welches entweder zu *Plicatula* oder zu *Anomia* zu stellen wäre. Einige Ähnlichkeit besitzt die *Anomia intusstriata* d'Arch. (Descr. des foss. des Gr. numm. de Bayonne. Soc. géol. 2. sér., vol. II, p. 441), doch ist der ungestreifte Saum unseres Fossils viel breiter.

Von *Pecten* liegt nur ein Bruchstück einer grossen, gleichmässig grob radial gestreiften Art (innerseits) vor, und endlich aus derselben Schichte auch eine schlanke *Turritella*, welche sechs Längsstreifen zeigt, die eine nicht auf allen gleich deutliche Körnelung erkennen lassen.

Aus dem mürben sandigen Mergel (6.) sammelte ich mehrere gut bestimmbare Keulen von *Pseudocidaris clunifera* Ag., und ausserdem ein verhältnissmässig gut erhaltenes Stück einer *Arca* mit durch einen scharfen Kiel in zwei Felder getheiltem Arealraum. Die Bandfläche ist flach dreiseitig, die Schale zart längsgestreift mit Anwachsstreifung. Ich bezeichne dieses Stück als *Arca Robinaldina* d'Orb.

Die Höhen im Osten und Westen werden von grauen, zum Theil recht fossilreichen Kalken gebildet, welche ich als ein Äquivalent der Caprotinenkalke ansprechen möchte. Deutliche Versteinerungen liegen nicht viele vor, darunter einige sehr dickschalige Bivalven (Caprotinen?) und eine *Rhynchonella* aus der Formenreihe der *Rhynchonella lata* d'Orb. Häufig scheinen auch grössere (bis faustgrosse) Stücke eines favositesähnlichen Fossils zu sein, das auch hier vorerst als *Chaetetes Coquandi* Mich. bezeichnet werden soll.

Fig. 22.

Beim Abstieg in das Thal des Bairamdere kommt man über die mürben urgonaptischen Mergel, die vielfach von Kalkschutt verdeckt werden. Die Schichten fallen flach (10°) nach S ein. Das Thal wird im Süden von Bergen begrenzt, die eine förmliche Mauer aus Kalkstein auf den Höhen besitzen, da die Kalke in Steilwänden abbrechen. Die Verhältnisse erinnern recht lebhaft an die Mauerberge im Westen, etwa an die Berge der Umgebung von Tirnova. Das Profil der Berge zeigt die flache Abdachung nach Süd und Steilhänge gegen Nord. (Fig. 22.)

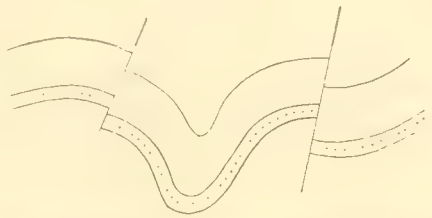
Gegen den Bach hinab stellen sich dann vereinzelte feste Sandsteinbänke in den mürben Mergeln ein, die auch Hieroglyphen auf den Schichtflächen zeigen. Diese erinnern zum Theil an die Hahnenschwanzalgen, zum Theil aber zeigen sie auch die Form von verästelten „Wurmspuren".

Von Bairamdere führt die Strasse fort und fort quer durch ein Sandsteingebirge, das vielfach flyschartigen Charakter besitzt. Am Beginne der Enge treten blaugraue sandige Mergelschiefer und mergelige, dünngeschichtete Sandsteine auf, die mit mächtigen Sandsteinbänken wechseln, mit 15—20° nach SW einfallen und steile Uferwände bilden, an denen sich der Wechsel der petrographischen Beschaffenheit des Gesteines in einer Art Terrassirung der Hänge ausprägt. Der gräuliche Zustand des dem Flussbett folgenden, kaum fahrbaren Weges ist gleichfalls auf den wiederholten Gesteinswechsel zurückzuführen, indem die

querüber streichenden festeren Sandsteinbänke, die flussabwärts den mürben mergeligen Gesteinen gegenüber zurücktreten, als riegelförmige Riffe vorragen. (Fig. 23.) Bei der siebenten oder achten Flusspassage in dieser Enge kommt man an schönen Verwerfungen im Sandsteingebirge vorbei.

Fig. 23.

Fig. 24.



Die Sandsteinbänke und sandigen Schiefer sind überdies mehrfach gebogen und geknickt. (Fig. 24.) Was die Fossilienführung anbelangt, so ist die ganze Enge trostlos arm, und es war ein förmliches Ereigniss, als es mir glückte, auf einer Sandsteinplatte einen leider schlecht ausgeprägten Abdruck eines Ammoniten zu finden. Es ist eine ganz evolute Form mit sehr langsamer Windungszunahme und ziemlich scharfen Rippen, so dass ich dadurch lebhaft an *Coscidiscus* erinnert wurde. Nach Herrn Dr. V. Uhlig, der berufensten Autorität, erlaubt das Stück keine nähere Bestimmung, doch wäre es sehr möglich, dass man es dabei in der That mit *Coscidiscus* zu thun haben könnte. Ausserdem käme nur die Gruppe der ungeknoteten *Coeloceras*-Formen (des Lias!) in Betracht. Dass man es dabei mit Kreide-Flyschsandsteinen zu thun hat, das ergibt sich durch den Vergleich eines Stückes, das mir von Herrn Skorpil von Burgudži (Maraš Boaz) zugesendet wurde, welches petrographisch auf das vollkommendste übereinstimmt, auch dieselben kohligen Partikelchen auf den Schichtflächen aufweist und einen, wenn auch schlechten, so doch zweifellosen *Inoceramus*-Abdruck aufweist.

Wenn auch eine nähere Bestimmung unzulässig erscheint, so ist der Fund doch hinreichend, um auf mesozoisches Alter dieser Sandsteine zu schliessen und auch weitere Funde in Zukunft hoffen zu lassen. Dieselben Gesteine halten bis Smiadovo an, welches nördlich der Enge unweit des Bujuk Kamčik gelegen ist. Auf der linken (östlichen) Seite des Flusses sind die Hänge am Ufer licht gefärbt, und auf den Höhen treten weisse Wände auf. Von hier bis gegen Šumla fehlt es längs unseres Weges an besseren Aufschlüssen.

6. Šumla-Varna.

Die Berge von Šumla bilden ein Plateau mit ziemlich steil geböschten Abhängen und mit tafelförmigen Lagen auf den Höhen. Dagegen erscheinen die Waldberge gegen Eski Stambul (Preslav) flach und rundrückig mit allen Charakterzügen eines Sandsteingebirges.

Östlich von Šumla erheben sich ganz ähnliche Plateauberge (bei Kulevča und Madera).

Gegen Maraš kommt man über mächtige Massen aufgelöster Kreidemergel. Die Orte um die Plateaumasse der Berge von Šumla liegen alle an den Ausgängen tief eingerissener Schluchten mit steilen Hängen (förmlichen Cañons), und auch Šumla dehnt sich vor dem Eingange einer solchen aus und erstreckt sich tief hinein, und zwar in die grösste dieser Schluchten. Die Lagerung der Schichten erscheint von grosser Gleichförmigkeit und dürfte (nach barometrischer Ablesung) der ganze Complex von Schichten über dem Centrum der Stadt eine Mächtigkeit von über 200 Meter besitzen.

Ich erstieg das Plateau oberhalb Šumla von dem Thalhintergrunde oberhalb des Brauhauses im Kioška-Graben aus und fand folgende Übereinanderlagerung der Schichten:

1. Zu unterst mächtige Bänke von feinkörnigen Sandsteinen, die auch spärliche und winzig kleine Glaukonitkörnchen führen und rundliche Erosionsformen annehmen. Von Fossilien habe ich ausser wenig deutlichen, an gewisse Spongiten erinnernden, ästig-knolligen Körpern nichts gesehen;

2. ganz mürbe Sandsteine mit unbestimmbaren Bivalven und Echinodermenresten;

3. rein weisse, mürbe Sandsteine mit löcherig-zelligen Erosionsformen an den verticalen Wänden. Undeutliche Bivalven (*Pectunculus*) und ein Bruchstück einer gerippten, mit scharfen Rippenhöckern versehenen Schale (vielleicht von *Trigonia scabra* Lam. stammend). Ausserdem liegt noch eine kleine unsymmetrische *Rhyncho-*

nella vor, die wohl als *Rhynchonella sulcata* Park. bezeichnet werden darf (ähnlich der von Davidson, Brit. foss. Brach. I, Taf. X, Fig. 26—28 abgebildeten Form von Cambridge);

4. mehrere muschelführende, festere Bänke (wohl 10 *m* mächtig) von feinkörnigem, etwas glaukonitischem Quarzsandstein mit reichlichem, kalkigem Bindemittel. Aus dieser Schichte liegt mir eine kleine *Ostrea (Exogyra)* vor, die keine sichere Bestimmung ermöglicht;

5. eine Bank von ganz feinkörnigem, mürbem Sandstein, die tief hinein unterwaschen ist und Ostreen, Rhynchonellen (cf. *Rh. plicatilis*, eine kleine, etwas lang gezogene Form) und Bryozoen (*Ceriopora* sp.) enthält. Nesterweise ist eine ganz kleine *Ostrea (Exogyra)* mit stark eingerolltem Wirbel häufig, die wohl am besten als *Exogyra haliotoidea* Sow. sp. bezeichnet werden könnte, wie sie Geinitz (Elbethalgebirge, I, Taf. 41, Fig. 1—13) abbildet (am ähnlichsten sind die Figuren 8—11). Auch ein paar Muschelsteinkerne liegen vor.

6. Darüber folgen dann weisse, unten mürbe, nach oben zu immer fester werdende sandige Kreidekalke, welche stellenweise besonders reich an Fossilien sind, und hie und da auch Feuerstein umschliessen. Es liegen aus diesen Schichten, welche bis zur Plateauhöhe reichen, vor:

Von Echinodermen: Ein kleiner Galerit, der wohl an *Galerites Rhotomagensis* erinnert, wie ihn z. B. Quenstedt (Echinodermen, Taf. 76, Fig. 26) aus der chloritischen Kreide von Cherdstock abbildet.

Eine spitze Form bestimme ich als *Galerites* cf. *abbreviatus* Goldf. (Quenstedt l. c. Taf. 76, Fig. 3.)

Ananchites ovatus Lam. wurde unterhalb der Schanze auf der Plateauhöhe mehrfach gesammelt, und zwar in Steinkernen.

Bryozoen liegen sowohl in stängelig walzigen Formen vor, welche an *Melicertites gracilis* Goldf. erinnern (Geinitz l. c. I, Taf. 29, Fig. 12—13), als auch, und zwar besonders häufig, als Überzüge auf anderen Fossilien auftretend, flächenförmig entwickelte Formen, und vor Allem *Membranipora irregularis* v. Hag., wie sie von Geinitz (l. c. I, S. 103, Taf. 24, Fig. 9—11) beschrieben und abgebildet wurden.

Von Brachiopoden fanden sich grosse Terebrateln und Rhynchonellen. Eine grosse *Terebratula*, die in mehreren Exemplaren vorliegt, dürfte übereinstimmen mit den von Zlatarski (Sitzungsb. Bd. XCIII, S. 303) aus Nord-Bulgarien, und zwar zwischen Pleven und Bešljanica aufgefundenen grossen Formen, die er mit *T. semiglobosa* Sow. und *T. carnea* Sow. vergleicht. Ich will die grosse Terebratel von Šumla als *Terebratula* sp. aus der Formenreihe der *Terebratula biplicata* Sow. bezeichnen, da unter den mir bekannten Formen keine in volle Übereinstimmung gebracht werden kann, ich es aber nicht wage, auf Grund des geringen Materiales eine neue Art aufzustellen. (Man vergl. mit der *Terebratula bulgarica* n. sp. Taf. II, Fig. 3 *a—d* von Praća-Tikenlik.) Unser besterhaltenes Stück will ich Taf. IV, Fig. 2 *a—e* zur Abbildung bringen; dem Umriss nach würde es recht gut mit der von Davidson als *T. depressa* Lam. bezeichneten Form übereinstimmen (l. c. I, Taf. IX, Fig. 9—12). Die grösste Breite liegt gegen den Stirnrand zu. Der Schnabel ist jedoch stärker gekrümmt, das grosse Loch ist fast wie bei *Terebratula obesa* Sow. (Davidson l. c. Taf. V, Fig. 13—16) gegen die kleine Klappe hinabgezogen, welch' letztere darunter hinzieht, ohne dass von dem hohen Deltidium der *T. depressa* etwas zu sehen wäre. Der Stirnrand ist nur wenig gekrümmt, die Lappung tritt ganz zurück, wodurch wieder eine Annäherung an *T. depressa* eintritt. Auf der grösseren Klappe sind ausser den concentrischen Anwachsstreifen zarte Längsstreifen sichtbar, welche sich bis über die Hälfte der Schale gegen den Schnabel ziehen. Die Punktirung der Schale ist sehr zart. Eines der Stücke lässt auch die Eindrücke an der Innenseite erkennen. Länge der Schale 50 *mm*, grösste Breite 42 *mm*, Dicke 28·5 *mm*.

Von *Terebratula biplicata* Sow. liegt auch eine kleine, stark gefaltete Form vor, ähnlich dem von Davidson (l. c. Taf. VI, Fig. 16) aus dem Upper Greensand von Cambridge abgebildeten Exemplare.

In mehreren Exemplaren liegt auch eine flachere Form vor, die ich wohl als in die Formenreihe der *Terebratula semiglobosa* Sow. gehörig bezeichnen darf, obgleich sie nicht in voller Übereinstimmung mit den von Davidson, Quenstedt, Geinitz u. A. besprochenen Formen steht. Der Schalenumriss gleicht wohl recht sehr der von Davidson (l. c.) I, Taf. VIII, Fig. 12 und 16 oder 17 gezeichneten Varietät, welche sich in dieser Beziehung recht sehr an *Terebratula carnea* annähert. Unser bestes Stück, das ich Taf. III, Fig. 4 zur

Abbildung bringe, zeigt eine in der Mitte stark gewölbte grosse Klappe, während sie an den Seiten rasch abflacht. Der Stirnrand zeigt keine auffallende Faltung, doch ist derselbe gegen die grosse Klappe hinab gezogen. Ob nicht auch die *Terebratula carnea* Sow. vorhanden ist, bleibt fraglich. Einen Abdruck der Innenseite in Feuerstein möchte ich darauf beziehen.

Von Rhynchonellen liegen vor:

Rhynchonella plicatilis Sow. in vielen Exemplaren, und zwar sowohl solche mit einigen Falten auf dem Wulst, wie sie Quenstedt (l. c.) Taf. 41, Fig. 55—57 abbildet, als auch Formen mit wenigen Rippen auf dem Wulste. Auch ausgesprochen geflügelte Formen, die mit der *Rhynchonella alata*, wie sie Quenstedt aufs neue benennt, übereinstimmen, wurden aufgesammelt.

Ein ausgezeichnet wohl erhaltenes Exemplar stimmt auf das beste mit der von Davidson (l. c. I, Taf. XI, Fig. 23) von Farrington abgebildeten *Rhynchonella nuciformis* Sow. überein.

Endlich liegt von Brachiopoden auch ein gut erhaltenes Stück einer *Terebratulina chrysalis* Schlth. (= *T. striata* Wahlb.) vor, und zwar ein ziemlich grosses Exemplar.

Die meisten der Brachiopoden wurden beim Abstieg in den Graben, der zunächst unter der Brauerei ausmündet, in einem Steinbruchaufschlusse gesammelt.

Von Bivalven ist am häufigsten die typische

Ostrea vesicularis Lam. Es findet sich aber auch eine *Ostrea (Exogyra)*, welche an

Ostrea Matheroniana d'Orb., wie sie Zittel (Gosau, Taf. XIX, Fig. 3) abbildet, erinnert.

Vola cf. *substriato-costata* d'Orb. liegt in einem Stücke,

Vola quadricostata Sow. sp. in zwei Stücken vor.

Ein glatter *Pecten* dürfte als *Pecten Nilsoni* zu bestimmen sein.

Eine gerippte Art (Steinkern) gleicht dem *Pecten undulatus* Nils. u. Gldf. (Geinitz l. c. II, Taf. 10, Fig. 7).

Lima liegt in drei kleinen Formen vor:

Die eine vergleiche ich mit *Lima pseudo-cardium* Rss., die zweite ist sehr ähnlich der *Lima decussata* (Zittel, Gosau, Taf. XVI, Fig. 4). Eine dritte sehr zierliche, längsgestreifte bleibt fraglich.

Inoceramus Cripsi Mant. wurde in einem guten Steinkern gesammelt. Ein zweiter

Inoceramus (Innenseite der Schale) zeigt feine concentrische Zwischenstreifen und eine Andeutung von Längsstreifung (*Inoceramus* cf. *Lamarcki* Park.). Ein drittes grösseres Bruchstück bleibt unbestimmt.

Endlich wurden auch mehrere *Serpula*-Röhren gesammelt.

Nach den gemachten Funden lässt sich zum mindesten die Hauptmasse der Kreide von Šumla als der oberen Senonstufe angehörig bestimmen, und zwar der Kreide mit *Inoceramus Cripsi* und *Ostrea vesicularis*.

Boué gibt recht eingehende Angaben über die obere Kreide von Šumla (Die europäische Türkei. Deutsche Ausgabe. Wien 1889. I, S. 165 u. 166). Das ganze Gebiet zwischen den Kreideplateaux von Šumla und Provadia bis an den Akili Kamčik lässt Boué von tertiären Bildungen eingenommen sein. Er gibt aber auch bei Eski Džuma bläuliche kalkhältige Thone tertiären Alters an. Die Plateaux zwischen Eski Džuma und Arnautkiöi (südöstlich von Rasgrad) dagegen betrachtet er ganz richtig als Kreide und gibt bei Ailadin schlanke Belemniten an, aus den bis 150 Fuss hoch aufragenden Hügeln, die der „Craie grossier" zugerechnet werden.

Von Šumla unternahm ich einen Ausflug nach Osten nach Kulevča und Madara unter der freundlichen Führung des Herrn Kreisingenieurs Müller, um die Hänge, die sich oberhalb dieser Orte erheben und in Form gewaltiger Mauern in einem kühnen Bogen hinziehen, zu besuchen. Madara ist gewiss einer der interessantesten Punkte in Nord-Bulgarien. Hier befindet sich das alte römische Reiterrelief, von dem schon Kanitz eine ganz gute Abbildung gegeben hat (Donau-Bulgarien III, S. 113). Das Gestein ist vorherrschend ein petrographisch überaus wohl charakterisirter, ziemlich grobkörniger Quarzsandstein, der in mächtigen Bänken geschichtet ist und die ganz grossartigen Wände bildet. Es erinnert in einigen der Bänke auf das auffallendste an die obercenomanen Sandsteine und Conglomerate der Koryceaner Schichten der böhmischen Kreide, enthält auch etwas Glaukonit und die gesammelten spärlichen Fossilreste sprechen gleichfalls durchwegs für das

genannte Alter. Ausserdem liegen mir auch grobkörnige Quarzsandsteine mit kalkigem Bindemittel vor, die keine Spur von Fossilien enthalten, sowie auch förmliche Kalksandsteine.

Die landschaftlich interessanteste Stelle liegt am Ursprunge des Baches, der in einer scharfen Ecke zwischen zwei Wänden entspringt, indem das Wasser aus den üppig mit Moosen, Lebermoosen, Balsaminen u. s. w. bewachsenen überhängenden Wänden, welche eine Art Gewölbe oder Nische bilden, niederträufelt und mehrere Trinkkufen füllt, aus denen es in einer solchen Mächtigkeit abfliesst, dass es eine kurze Strecke unterhalb sofort eine Anzahl von Mühlen zu treiben vermag. In den angrenzenden Wänden sind Zellen (Wohnräume?) ausgemeisselt, die aus ferner Zeit stammen dürften und an die Zellenbaue in der Krim erinnern (Tepe kerman, Inkerman u. s. w.)

Auch Klammern sollen sich vorfinden, an welchen Seile befestigt gewesen sein dürften, um den Zugang zu ermöglichen. (Ob Anachoreten-Zellen?)

Der feste widerstandsfähige Fels zeigt mehrfach säulenförmige Absonderungsformen.

Fig. 25.

Eine dieser natürlichen Säulen zeigt Fig. 25.

Aus den Sandsteinen von Madara liegen mir folgende Formen vor:

Bruchstücke grosser walzenförmiger Cidaritenstacheln: *Cidaris* sp. (ähnlich etwa *Cidaris subvesiculosus* der Kreide) neben zahlreichen, schlecht erhaltenen Bryozoen in einem nur wenig Quarzkörner enthaltenden Cidaritenstachelkalke.

Eine Keule von *Cidaris Sorigneti* Des., wie ihn Geinitz l. c. I, Taf. 15, Fig. 1—19 abbildet, in einem feinkörnigen kalkreichen Sandsteine.

Serpula cf. *gordialis* Schlt. in überaus feinen und daneben wieder in sehr derben Formen.

Bryozoen sind bankweise sehr häufig.

Ostrea sp., eine gefaltete Form, die an *Ostrea diluviana* Lam. erinnert.

Kleine Ostreen liegen in grosser Zahl vor, darunter Formen, die als *Ostrea haliotoides* Sow., *Ostrea (Exogyra) sigmoidea* Rss. und *Ostrea lateralis* Nils. bestimmt werden könnten.

Spondylus cf. *histrix* Gldf., ein kleines, zierliches Exemplar einer Oberschale. An die von Geinitz (l. c. I, Taf. 42, Fig. 9—10 gegebene Abbildung anschliessend.

Spondylus cf. *latus* Sow. sp., eine kleine, ziemlich hochgewölbte und verhältnissmässig stark rippige Form (Geinitz l. c. I, Taf. 42, Fig. 5).

Pecten cf. *membranaceus* Nils. liegt als eine der häufigeren Formen vor. (Man vergl. Geinitz l. c. I, Taf. 43, Fig. 8—10.)

Pecten virgatus Nils. (Zittel, Bivalven der Gosaugebilde, Taf. XVII, Fig. 8) ist gleichfalls eine häufigere Art. Die zarten, gegen die Seitenränder ausstrahlenden Rippen sind sehr deutlich zu verfolgen.

Lima liegt in mehreren Arten vor. Eine derselben ist ungemein fein längsgestreift und gleicht in Form und Aufblähung recht sehr gewissen Arten aus den Korycaner-Schichten. Die feine Streifung und die parallel damit verlaufende zarte Punktirung unterscheidet sich von allen mir dermalen bekannten Formen, so dass ich sie wohl als *Lima Madarama* nov. sp. bezeichnen möchte, wenn ihr Erhaltungszustand ein besserer wäre. Sie ist 28 *mm* lang. Die anderen Dimensionen und Verhältnisse lassen sich nicht sicher feststellen. Eine zweite ganz besonders zierliche Art liegt mir in zwei Exemplaren vor. Die kleine, hochgewölbte, an *Vola* erinnernde Schale ist mit 20 am Steinkern scharf ausgeprägten Rippen versehen, die von concentrischen Anwachslinien durchquert werden. Die letzteren zeigen Neigung zu Anschwellungen auf der Höhe der Rippen, wodurch man etwas an die zierliche *Lima plauensis* Gein. erinnert wird, die freilich viel weniger Rippen zeigt. Die Schale lässt keine scharf abgesetzten Ohren erkennen. Länge 6·8 *mm*, Breite 5·8 *mm*, Höhe der einen Klappe etwa 2 *mm*. Sie soll als *Lima* n. sp. bezeichnet werden. —

Auf dem Wege von Šumla nach Šumla road (ca. 18 *km*), der Eisenbahnstation für Šumla, kommt man nach dem achten Kilometer unweit der grossen neuen Steinbrücke an graublauen wohlgeschichteten, fast horizontal gelagerten Kalkmergeln vorbei, welche ziemlich reichhaltig Fossilreste umschliessen. Aus diesen

Schichten stammt unter anderen (aus den Steinbrüchen bei Makak, Šumla NO), ein grosses, ziemlich gut erhaltenes Exemplar von *Nautilus pseudo-elegans* Orb., welches ich Herrn Ingenieur Müller in Šumla verdanke. Ich selbst sammelte beim Besuche der Localität an der Strasse:

Belemnites cf. *subfusiformis* Rasp. oder *pistilliformis* Blainv., ein kleines Stück mit der Spitze des Rostrums.

Haploceras (Desmoceras) cf. *Grasianum* Orb. in mehreren zerbrochenen Exemplaren.

Holcostephanus Astierianus Orb. sp. in drei Exemplaren.

Holcostephanus sp., vielleicht eine neue Art aus der Formenreihe des *Holc. Astierianus* mit hohem Querschnitt und ziemlich evoluter Schale. Von den Knoten an der Nabelkante gehen je sechs Rippen aus, von welchen die zwei letzten (nach rückwärts gelegenen) deutlich vor den Knoten zusammenlaufen.

Crioceras liegt in vier Bruchstücken von vier verschiedenen Exemplaren vor, die zum Theil als zu *Crioceras Duvali* Lév. gehörig zu betrachten sind.

Aus demselben Schichtencomplexe, und zwar aus einer sandigen Lage, stammt ein grosses Bruchstück einer „Hahnenschwanzalge".

Das vorliegende Material reicht vollkommen aus, um die betreffenden Schichten als ein bestimmtes Äquivalent der weiter im Westen so verbreiteten Hauterive-Stufe (Mittel-Neocom) zu bestimmen, die hier von mittel- und obercretacischen Bildungen (Madara und Šumla) überlagert werden. Auch petrographisch besteht vollkommene Übereinstimmung mit den Bildungen von Kutlovica, Komastica Jablanica, sowie jenen von M. Isvor, Skandalo, Trojanski Monastir, Jacovci und Kapinski Monastir. Im östlichen Balkan habe ich sie, wie oben erwähnt, bei Stratice (Eski Džuma S) und im Défilé zwischen Eski Džuma und Osmanbazar aufgefunden. Diese Schichten mit *Holcostephanus Astierianus* bilden offenbar eine der vollständigsten Zonen am Nordrande des Balkan.

Auch die von Hochstetter (Die geol. Verhältn. d. östl. Theiles d. europ. Türkei, II. Th. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1870, S. 405) an der Station Išiklar angetroffenen „feinkörnigen weissen, vollkommen plänerartigen Kalksteine", die bei der Station in einem Einschnitte horizontal geschichtet auftreten und bei Jenikiöi von Seitandžik („Tchentendschik") gleichfalls anstehen und die höchste Plateaustufe der Wasserscheide bilden, dürften gleichfalls Neocom sein, aber der höheren Stufe entsprechen, wie sie bei Rasgrad auftritt und von mir mit dem Barrêmien in Parallele gestellt wurde. v. Hochstetter führt das Vorkommen von kleinen Belemniten an, die er mit *Belemnites subfusiformis* Rasp. vergleicht, neben Ammoniten, Scaphiten und Baculiten. Das Vorkommen von sandigem Kalkstein mit späthigen Einschlüssen, welches v. Hochstetter anführt, würde gleichfalls mit ähnlichen Vorkommnissen bei Rasgrad übereinstimmen. Die Beschreibung des sandigen Gesteines mit späthigen Einschlüssen erinnert dagegen recht sehr an gewisse Gesteine von Madara, wo ich unter anderem gleichfalls etwas sandige Kalksteine angetroffen habe, welche so reich sind an späthigen Partikelchen, dass man sie als „Crinoidenkalksteine" ansprechen könnte.

v. Hochstetter weist dabei hin auf die von Peters in der Dobrudscha als tiefstes Glied der dortigen Kreide angetroffenen Bildungen. In der That erinnern die von Peters gemachten Angaben (Grundl. d. Geogr. d. Dobrudscha. Denksch. XXVII (1867), S. 190) über das Vorkommen der Kreide bei Babadagh und Baschkiöi an die Gesteine von Madara. Freilich treten in der Dobrudscha im Hangenden die „Pläner-Mergel" auf. Auf jeden Fall wird die untere Kreide der Dobrudscha mit den unteren Kreidegliedern in der Gegend zwischen Rasgrad und Kulefča in Vergleich zu bringen sein.

Die Eisenbahnlinie folgt von Šumla road bis über Provadia hinaus dem Provadia Dere, der in seinem Unterlaufe die Sumpf- und Seenkette bildet, die bei Varna ihr Ende erreicht. Zwischen Šumla road und Provadia kommt man durch wahre Cañonlandschaften. Der Bach und seine Zuflüsse haben sich tiefe Furchen im Kreidegebirge ausgewaschen. Die fast horizontale Lagerung der Schichten bedingt die Bildung schöner, kleinerer und grösserer Plateauberge und Rücken mit tafelförmigem Abschlusse auf den Höhen. Die Deckschichten bilden, wo sie aus widerstandsfähigem Gesteine bestehen, verticale Wände, an denen vielfach Höhlen auftreten, wie an den Felswänden der Krim'schen Kreide- und Eocänberge (Tepekerman). Auch die Bildungen

der sogenannten Tempelberge (im Colorado-Cañon-Gebiete) wiederholen sich. Das schönste derart modellirte Gebilde stellt sich den Blicken dar, bevor man Nevča erreicht, und zwar auf der linken Thalseite. Im Bereiche der liegenden, mürben, sandig mergeligen Gesteine treten sanfter geböschte Hänge auf.

Diese Plateauberge halten bis Provadia an, wo ich sie bald näher kennen lernte. Hochstetter hält alle diese Bildungen für übereinstimmend mit obercretacischen Bildungen, und in seinem Profil von Ruščuk nach Varna (l. c. S. 406) wurden in der That die Kreidekalke von Vetova über Rasgrad bis Provadia als eine continuirliche Schichte aufgefasst, die von Plänermergel bei Rasgrad und Isiklar bedeckt erscheint. Ich werde darauf später noch zurückkommen. Eine Beschreibung der Bahnlinie bis Varna findet man an der citirten Stelle in v. Hochstetter's Abhandlung.

Von Varna aus unternahm ich in Begleitung unseres damaligen Consuls in Varna, des Herrn Pagatscher einen Ausflug nach der sehr interessanten Localität Tikilitasch, nördlich von Gebedže, etwa 20 *km* von Varna, einer Localität, die schon Capitän Spratt (Quart. Journ. 1857, p. 73) besucht und beschrieben hat Sie liegt nicht bei Alladyn unweit Gebedže, wie v. Hochstetter annimmt, sondern an der genau ostwestlich ziehenden Hauptstrasse zwischen Varna und Jenibasar, wie sie auf der russischen Karte gezeichnet ist. Etwa 3 *km* vorher fand ich beim Beginn des Terrainanstieges in einem stark quarzsandigen Nummulitenkalk ein mittelgrosses Exemplar von *Conoclypus conoideus* neben Nummuliten mittlerer Grösse, grossen und flachen Orbitoiden (*Orbitoides* cf. *papyracea* Boub. = *O. Fortisii* d'Arch.) (bis 23 *mm* Durchmesser) und spärlicheren Lithothamnien.

Fig. 26.

Der Steinwald („Tikilitasch, die aufrechten oder aufgerichteten Steine"), 20 *km* von Varna an der Strasse nach Provadia.
(Nach einer grossen Photographie gezeichnet von J. Varrone.)

Obgleich schon Spratt die Steinsäulen von „Tikilitasch“ (d. h. die stehenden oder aufgestandenen Steine, l. c. S. 75) zur Abbildung gebracht hat, gebe ich doch eine bildliche Darstellung nach einer wohlgelungenen Photographie (die ich in Varna durch gütige Vermittlung unseres Herrn Consuls erhielt), da die Spratt'sche Abbildung doch Vieles zu wünschen übrig lässt. Schon Spratt hat die Entstehung auf Erosionsvorgänge zurückgeführt und dabei aufmerksam gemacht auf die noch in Zusammenhang stehenden, säulenförmig abgesonderten Massen. Auffallend ist nur, dass Spratt nur Nummuliten anführt (nach Morris' Bestimmung *Nummulina distans* Desh., *N.(Assilina) granulosa* d'Arch.), während v. Hochstetter Jahrb. 1870, S. 406 anführt: *Nummulites Pratti* d'Arch., *irregularis* Desh., *striata* d'Orb.) und das massenhafte Vorkommen von Alveolinen unerwähnt lässt. In den feinen losen Sanden, die beim Zerfall der mürben Sandsteine entstehen, herrschen freilich die Nummuliten weitaus vor, und die oberen Lagen enthalten sie fast ausschliesslich. In den tieferen Schichten findet man aber die Alveolinen geradezu fast ausschliesslich neben spärlichen Bivalven (einem kleinen gerippten Pecten [ähnlich *Pecten Boué* d'Arch., Foss. d. Numm.-Schichten Ind. XXIV, Fig. 1] und kleinen Ostreen und Anomien).

Das Gestein ist ein licht grauweisser, feinkörniger Quarzsandstein mit spärlichen glaukonitischen Körnern und kalkigem Bindemittel. Von einem „Nummulitenkalkstein“ kann unmöglich gesprochen werden. Die in den oberen Schichten und im losen Sande massenhaft vorkommenden Nummuliten sind entweder klein oder von mittlerer Grösse, aber vorwaltend ganz flache Formen. Die häufigste Form möchte ich als *Nummulites planulatus* d'Orb. bestimmen. Die grössten Scheibchen erreichen bei 13 *mm* Durchmesser bei kaum 1 *mm* Dicke. Die in d'Archiac's Monographie der Nummuliten Indiens, Taf. IX, Fig. 5 gegebene Abbildung stimmt damit recht gut.

Auch die kleinen Formen (3·5—4 *mm* Durchm.) von linsenförmiger Gestalt würden recht gut mit den an der angegebenen Stelle Fig. 7—9 abgebildeten Exemplaren übereinstimmen, und zwar sowohl was die Oberfläche und Gestalt, als auch was die Kammerung anbelangt. Andere der flachen Formen erinnern an *Nummulites intermedius* d'Arch. (l. c. Taf. III, Fig. 3), nur ist der Rand bei unseren Exemplaren weniger scharf; wieder andere lassen den letzten Umgang etwas erkennen und nähern sich dadurch recht sehr dem *Nummulites (Assilina) exponens* Sow.

Einige Exemplare lassen an *Nummulites vasca* Joly u. Leym. denken. Sie zeigen zarte Streifen auf der Oberfläche, dicke Spiralen (Wände), nur sind sie weniger scharfrandig, ja die Schale schwillt an der Externseite sogar wulstartig an. In recht guten Exemplaren ist *Nummulites (Assilina) spira* de Roissy, und zwar in einer Varietät, freilich in zurücktretender Menge (17 Exemplare) gesammelt worden, die sich an die von d'Archiac (l. c.) Taf. XI, Fig. 5 gezeichnete Form anschliesst. Unsere Exemplare sind jedoch kleiner als die indischen, spanischen u. s. w. Formen, indem die grössten nur 14 *mm* Durchmesser besitzen (5—14 *mm*). Die Alveolinen sind theils schlank spindelförmig, ähnlich wie *Alveolina Bosci* d'Orb., theils sind sie gedrungenere Formen, ähnlich jenen, welche als *Alveolina ovoidea* d'Orb. (= *elliptica* Sow. sp.) bezeichnet wurden, doch unterscheiden sie sich dadurch, dass sie nur 12 Längsstreifen besitzen, etwa so wie die in den Nummulitenkalken von Eberstein in Kärnten vorkommende *Alveolina longa* Cz. Die Zeichnung ist aber bei unseren Formen etwas schärfer.

Das grösste unserer Exemplare ist 10·5 *mm* lang und 4 *mm* dick. Ich will diese Form als *Alveolina longa* Cz. var. bezeichnen.

Aus dem Alveolinenkalke liegt eine *Operculina* vor, die auf jeden Fall der *Operculina ammonea* Leym. nahe steht. Eine Liste der von Spratt gesammelten Fossilien von Tikilitasch findet sich im Quart. Journ. 1857, p. 82. —

Beim Brunnen an der Strasse vor Karagöl (SW davon) traf ich als Werkstein einen gelblichgrauen, offenbar sarmatischen Kalkstein, der sehr feinkörnig, fast ganz und gar aus Steinkernen eines sehr zierlichen neuen *Cardium* besteht; ich will diese Form als

Cardium Bulgaricum n. sp.

Taf. VII, Fig. 5

bezeichnen. Das Gehäuse ist von vorne nach rückwärts sehr auffallend verlängert, der Wirbel liegt sehr weit nach vorne gerückt, der Vorderrand ist etwas verjüngt und abgerundet, die hintere Hälfte verbreitert sich etwas und ist abgerundet und durch einen schrägen Rand begrenzt. Die Oberfläche der Schale ist besonders bei jüngeren Exemplaren in der Mitte und gegen vorne zu sanft vertieft und mit 14 radialen Rippen bedeckt, die nach rückwärts etwas gedrängt stehen und von ziemlich kräftigen Anwachslinien durchquert werden. Der hinterste Theil der Oberfläche trägt keine Rippen. Die Länge eines mittelgrossen Exemplares beträgt (von vorne nach rückwärts gemessen) 19·5 *mm*. Die grösste Entfernung des Schloss- und Stirnrandes (rückwärts) beträgt 7·5 *mm*, die kleinste vorne (vor Beginn des Bogens) 4 *mm*. Aus den gemachten Angaben erhellt, dass wir es mit einer der an *Cardium protractum* Eichw. anschliessenden Form zu thun haben, die nur viel extremer ist, als alle bis nun bekannten Arten. Auch *Cardium Loveni* Nordm. wie es z. B. Sinzow (Odessa 1875, S. 13, Taf. II, Fig. 11 und 12) von Kischenev beschreibt und abbildet, wird weit übertroffen.

Bald darauf kommt man bei einem Strassenhau vorbei. Hier fand ich als Strassenbaustein einen blendend weissen Oolith in Anwendung, der ziemlich reich an marinen Fossilien ist. Ich traf denselben Stein am selben Tage noch anstehend im Süden von Varna, vermuthe jedoch, dass der betreffende Steinbruch, aus welchem die Strassensteine stammen, an den Hängen des Plateaulandes im NW der Stadt liegen dürfte.

Endlich unmittelbar vor dem Eingange in die Stadt (wir hatten die Strasse eines Militärmanövers wegen verlassen müssen), etwas südlich von der Hauptstrasse, kamen wir am Anstiege zur Stadt an einen weissen, mürben, etwas oolithischen Kalk, der jedoch gleichfalls nicht als sarmatisch angesehen werden kann, da er neben einem kleinen *Pecten*, der gerippt und mit scharfen Anwachsstreifen versehen ist (Taf. VII, Fig. 2), noch eine kleine, sehr zierliche *Chama* enthält, und zwar als häufigstes Fossil in einzelnen Handstücken.

Es ist eine Form, die an *Chama austriaca* Hoern. (l. c. Taf. 31, Fig. 3) anschliesst, aber wohl als var. *minima* unterschieden werden muss, denn das grösste Exemplar erreicht erst 12 *mm* Länge. Die Wirbel der grossen Klappe sind bei den Steinkernen stark bis spiral eingerollt. Ein kleiner *Septifer* schliesst an den von Hoernes als *Mytilus Taurinensis* Mcht. bezeichneten nahe an (l. c. Taf. 45, Fig. 9), eine glatte *Modiola* an *Modiola Hoernesi* Rss. (l. c. Taf. 45, Fig. 2), Formen, die im Wiener Becken, Steinabrunn, Grund u. s. w. vorkommen. Winzige Bivalven (Venus- und Lucinen-artige Dinge), Bithynien, Trochiden und kleine gezierte Cerithien sind überaus häufig.

Sarmatische Gesteine habe ich bei meinem Besuche von Varna daselbst nicht angetroffen.

7. Von Varna über Stara Orehova, Arnautlar und Aivadžik nach Keteler und Eskipasli und über Lidža nach Aitos. (Fünfte Balkan-Passage.)

Nachdem man die Isthmusfläche bei Varna, welche die Meeresbucht von dem langgezogenen Brackwasser-Strandsee („Devninski Liman") trennt, passirt hat, kommt man links von der Strasse über licht gefärbte mürbe Mergel, über welchen festere Bänke lagern, die ganz leicht (mit kaum 4—5°) gegen SW geneigt sind. Tiefe Schluchten sind in den sandig lehmigen Massen eingeschnitten. Etwa 120 *m* über dem Meere kommt man an horizontal liegende Bänke von gelblichgrauem Kalk, der fast ganz und gar aus Steinkernen kleiner Bivalven von venusartiger Form besteht, die mich sofort an die wenige Wochen zuvor beim Kloster St. Georg (Sebastopol S) kennen gelernten Steinkerne und Abdrücke von *Spaniodon* erinnerten, welche Vermuthung durch spätere Funde von Schalenexemplaren wenigstens zweier verschiedener Arten ihre volle Bestätigung finden sollte (man vergl. weiter unten). Man hat es dabei wohl mit einer dem *Spaniodon Barbotii* Stuck. sp. zum mindesten sehr nahe stehenden Form zu thun. Neben *Spaniodon* finden sich nur einige kleine Gastropoden in Steinkernen und Abdrücken, die als Bithynien und Rissoen zu bestimmen sind. Es kommen sowohl hochgewundene Formen vor, die an *Bithynia Frauenfeldi* Hoern. sp. anschliessen, als auch kurze und ziemlich gross werdende, die als *Rissoa Lachesis* Bast. bestimmt werden können. Ein gut erhaltener Abdruck einer

4·5 *mm* hohen Form (die häufigste unter den Gastropoden) zeigt am ersten Umgange sehr deutlich die Kippung und steht somit zwischen den zwei genannten Arten (Hoernes, Moll. d. Wien. Beck. I, Taf. 48, Fig. 16 u. 17). Aber auch *Helix* cf. *Duboisii*, eine Form, die sich kaum von jener aus der Gegend von Sebastopol unterscheidet, liegt von derselben Localität vor, neben einer zweiten mit etwas höherer Schale.

Es ist dies, wie ich glaube, eines der schönsten Ergebnisse der Reise. Es ist damit der Beweis des Vorkommens eines vollkommen übereinstimmenden Formationsgliedes an beiden Borden des westlichen Theiles des schwarzen Meeres: in der Krim und in Bulgarien erbracht.

Bald darauf, etwa 50 *m* höher und beiläufig 1 *km* vor der letzten Fundstelle, stehen grobkörnige Sandsteine an, welche Nester von grobkörnigen Conglomeraten umschliessen, und zu oberst (30 *m* höher) von gelben mürben Sanden und sandigem Lehm bedeckt sind.

Beim Beginn des Abstieges kommt man vielfach durch Sande, die auf feinkörnige, gelbe Quarzsandsteine mit kalkigem Bindemittel zurückzuführen sind. Diese festen Bänke enthalten nur Hohlformen von kleinen Bivalven. Ob dieselben gleichfalls den Spaniodonten zuzuweisen seien, ist fraglich. Bei einem der Abdrücke könnte man an *Poromya*, bei einem anderen an *Syndosmya* denken. Ein Steinkern mit weit nach vorne gerücktem Wirbel darf wohl als *Cypricardia* sp. bezeichnet werden. Auch sandige Kalke mit Quarzkörnern traf ich an.

Von Paschadere (es liegt nur um 25—30 *m* höher, als die Isthmusfläche bei Varna) geht es einen Rücken hinan, der etwa 103 *m* Höhe erreicht. Man fährt durch Lehmschluchten hinauf. An einer Stelle trifft man viele kreidige Einlagerungen. Auf der Höhe liegen, als eine Decke der mürben Liegendgesteine, ein paar Bänke eines stark quarzsandigen, weissen, oolitischen Kalkes, der neben einzelnen kleinen Zweischalern ziemlich häufige Schalen eines ziemlich gross werdenden *Pecten* umschliesst, der durch seine einfachen (ungebündelten) Rippen auffällt. (Taf. VII, Fig. 1.) Das grosse Ohr der rechten oberen Klappe hat grosse Ähnlichkeit mit jenem von *Pecten substriatus* Hörn. (d'Orb.) und man könnte nach Reuss'schem Vorgange unser Fossil als dem *Pecten Eichwaldi* Reuss (l. c. Taf. VI, Fig. 8, S. 127) entsprechend bezeichnen.

Unter den im Hofmuseum befindlichen Stücken aus dem Tschokrak Kalk der Halbinsel Kertsch (von Andrussow gesammelt), deren Vergleich mir durch die Güte des Herrn Directors Th. Fuchs ermöglicht wurde, befindet sich ein als *Pecten gloria maris* Dub. bezeichneter Pecten, der wohl kleiner als unserer, jedoch sonst nicht unähnlich ist.

Das häufigste Fossil ist die kleine *Chama* die ich oben (bei Varna selbst) erwähnt habe (*Chama* aff. *austriaca* Hörnes oder *Chama austriaca var. minima*). Sie tritt hier in einem förmlichen Bryozoenkalk auf, der zahlreiche Serpularöhrchen umschliesst.

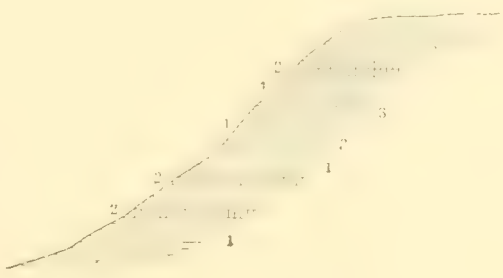
Ein kleiner glatter *Mytilus*, eine winzige gestreifte *Modiola* und ebenso kleine *Lithodomus*-Steinkerne sind sehr häufig. (Taf. VII, Fig. 4.) Daneben wieder die kleinen Gastropoden.

Die Übereinstimmung des Gesteins ist eine überaus grosse, wenn man es mit dem *Pectenoolith* vergleicht, der oben besprochen wurde.

Fig. 27.

1. Sandig-thonige Gesteine.
2. Pecten-Oolith.

Fig. 28.



Beim Abstieg nach Petrevo (Fig. 27) halten diese Oolithe bis ins Thal hinab an. Dieses liegt bei Petrevo nur um 23 *m* höher, als die Isthmusfläche bei Varna. Bei der Tränke am Brunnen von Petrevo ist als Werkstein Spaniodon-Kalkstein verwendet.

Auch der nächste Anstieg führt über sandig lehmige Gesteine mit kreidigen Einschlüssen, die einen niederen Rücken bilden, über den man das versumpfte ungesunde Mündungsgebiet des Kamčik erreicht.

Bei Stara Orehova (Dervis Jovan) stehen (Fig. 28) die sandig thonigen mürben Gesteine (1) abermals an. Sie wechseln mit einzelnen härteren Bänken, sandigen Kalken (2) und Sanden (3), wie die beistehende Figur versinnlicht.

Zu oberst auf einer Terrasse liegen förmliche Schottermassen, die eisenschlüssig (ockerig) werden und lebhaft an Belvedere Schotter erinnern.

Von Stara Orehova liegt mir ein rothgefärbtes, fein oolithisches Fundstück vor, das fast ausschliesslich aus kleinen Fossilien besteht, darunter Bithynien (*B.* cf. *Frauenfeldi* Hoernes etc.) und Rissoen (*Rissoa* cf. *Clotho* Hoernes.) Auch ganz kleine an *Bulla Lajonkaireana* Bast. erinnernde Schalen liegen vor (6 Exempl.), Taf. X, Fig. 7. Ganz ähnliche Gebilde hat Baily aus der Krim (Sewastopol) als *Tornatella minuta* n. sp. angeführt. (Quart. Journ. 1857, S. 147.) Zwei hochgewundene Schalen mit Spiralstreifung und etwas schwächerer Querstreifung und mit farbigen Spiralstreifen erinnern an die kleinen Chemnitzien, welche M. Hoernes als *Chemnitzia perpusila* Grat. (l. c. Taf. 43, Fig. 19) bezeichnet hat, ohne damit vollkommen übereinzustimmen. Endlich liegt auch ein *Cerithium* cf. *scabrum* Ol. vor.

Dieselben kleinen Formen liegen auch in einem zweiten Fundstücke vor, welches aber auch kleine Cardien enthält und dadurch ein sarmatisches Gepräge erhält. Von Bivalven findet sich neben einer Anzahl winzig kleiner Schälchen mit scharf concentrischer Rippung eine Schale einer kleinen Form, die mit *Lucina*, und zwar wohl mit *Lucina Dujardini* in Vergleich zu bringen wäre.

Die kleinen Bivalven erinnern wohl an die von Baily aus der Krim abgebildeten Formen, doch konnte ich eine sichere Spaniodon-Schale nicht finden. — Das auffallendste bleibt die eine an *Lucina Dujardini* erinnernde Schale.

Eine nähere Altersangabe dieses Vorkommens wird auf Grund des spärlichen Materials vorerst noch zu unterlassen sein.

In einer der tief eingerissenen Regenschluchten, die von der Höhe gegen Arnautlar hinabziehen, gelang es mir glücklicherweise nach langem Suchen und Graben in dem feinsandig mergeligen, grellgelb gefärbtem Gestein, das mich an gewisse südsteierische sandige Mergel erinnerte („Tüfferer Mergel"), eine wenn auch geringe Anzahl hochwichtiger Fossilien zu sammeln, die einen bis zu einem gewissen Grade sicheren Schluss auf das Alter der hier, wie gezeigt wurde, so weit verbreiteten sandigen Mergel zu ziehen gestatten. Die Fossilien sind alle ausgelaugt, blendend weiss und so mürbe, dass sie nur selten ganz bleiben.

Die kleine Fauna der Localität zwischen Orehova und Arnautlar besteht aus folgenden Arten:

Ausser einigen nicht näher deutbaren Gastropoden fand sich ein

Chenopus sp., der, was den äusseren Mundsaum anbelangt, sich am besten an *Chenopus pes pelicani* Phil. anschliessen liesse.

Dentalium sp. Zwei kleine Exemplare mit starker und charakteristischer Längsstreifung. Zwischen je zwei stärkere schieben sich eine oder zwei schwächere Rippen ein. Am nächsten dürfte es sich an *Dentalium Badense* Partsch anschliessen. Von Bivalven ist:

Lucina Dujardini Desh. häufig. Ausserdem fand ich ziemlich häufig:

Tellina sp. (aff. *Tellina planata* Lin.)

Psammosolen (Novaculina?) sp. ind. (2 oder 3 Exemplare), die recht gut mit der von Bittner (Trifail-Sagor, Jahrbuch 1884, Taf. X, Fig. 20) gegebenen Abbildung einer Form aus dem Trifailer Hangendmergel übereinstimmen.

Nucula sp. ind. nur ein Bruchstück mit einer Zahnreihe (viell. *N. placentina* Lamk.)

Pecten sp. eine ganz kleine Art, die sich an die von Philippi als *Pecten Testae* Bivon. bezeichnete Form anschliesst, die Th. Fuchs aus den weichen gelben Mergeln von Bäreneckberg bei Rohitsch (Verhandl. 1884, S. 379) angeführt hat.

Eine Stunde lang ging es nun dahin, ohne dass auch nur ein Stein angetroffen worden wäre. Erst in einem Waldgraben — es herrschen Eichenbuschwälder vor — kommt man, auf dem nach West führenden Wegstück (etwa bei 24 *km*), auf glimmerige Sandsteine mit vielen mürben, kreidigen, concretionären Einschlüssen ohne Fossilien. Nach der Wegbiegung nach Süd gegen Aivadžik hinab fand ich, immer noch im Gebiete der gelben, mürben Sandsteine einige Findlinge von festen, etwas späthigem Kalkstein- (etwas früher hatte ich ein Bruchstück eines röthlichgrauen Quarz-Porphyrs mit fleischrothem Feldspath aufgelesen) in dem sich einige Bivalven vorfanden, von denen ein Abdruck einen Schluss auf das Vorkommen des Geschlechtes *Fimbria* (*Corbis*) ziehen lässt, da die Schale mit scharfen concentrischen Linien versehen war und das Schloss in der Mitte des Schlossrandes liegt. Daneben finden sich scharfrippige Cardien und eine *Turritella* mit sehr zart geknoteten Spirallinien. In einem etwas sandigen Kalke liegen Austernschalen, ein grosses Bruchstück einer *Lucina* als Steinkern und ein Abdruck einer flachen, überaus zart concentrisch gestreiften Schale, mit leichten Radialstreifen auf der hinteren Schalenhälfte. Ich denke dabei an marines Eocän.

Die gelben Sandsteine mit kugeligen Verwitterungskernen und kalkigem Bindemittel fallen auf halbem Wege zwischen der Umbiegungsstelle und Aivadžik (am Bache aufgeschlossen) genau nach NO. Etwas gröberkörnige Quarzsandsteine folgen darunter, die in förmliche Conglomerate übergehen. Kurz vor Aivadžik verflächen die Sandsteine mit 45° nach SW und enthalten Kalkmergel-Einlagerungen mit Fucoiden. Nach Aivadžik kommt man, auf gräulichem Wege, über dieselben gelbbräunlichen Sandsteine und später auf graue Conglomerate mit nussgrossen, neben sehr grossen Einschlüssen von Kalkrollsteinen, welche gegen NW fallen. Bald darauf trifft man flach ONO—NO fallende grobkörnige Sandsteine mit weissen Quarzkörnern. Findlinge von muschelig brechenden Kalkmergeln deuten auf Einlagerung mergeliger Gesteine in die Sandsteine und Conglomerate. Auch plattige Kalksandsteine oder Sandsteine mit reichlichem, kalkigem Bindemittel treten auf. An einer Stelle näher der Höhe (340 *m* über Aivadžik) fallen die letzteren mit 50° nach NNO. Auch auf dieser Strecke wurde ein porphyritähnliches Gesteinsvorkommen in Findlingen angetroffen. Gegen die Sattelhöhe hin, über welche früher die Grenze ging, kommt man über grusig zerfallende sandige Schiefer und über plattige Sandsteine mit Hieroglyphen und kohligen Partikelchen auf den Schichtflächen, welche auch auf der Sattelhöhe auftreten (407 *m* über Aivadžik), und jenseits derselben gegen SW fallen. Jeder der beiden Rücken vor und nach Aivadžik lässt somit den Faltenbau auf das beste erkennen.

Aus dem mürben, gelben Sandstein von Aivadžik sammelte ich ein sehr schönes Stück einer Flyschalge die ich als *Zoophycos(?) bulgarica* n. sp. bezeichnen will. (Man vergl. Fig. 29 auf folgender Seite.) *Zoophycos pedemontana* Sacco (Milano 1888, S. 7 57], Taf. I, Fig. 13) aus dem Stampiano (Oligocän) von Groudona zeigt viele Ähnlichkeit, wenngleich nicht den regelmässig gewundenen Bau unseres Fossils. Das Stück erinnert aber auch etwas an *Münsteria geniculata* Sternberg (Fischer-Ooster, Foss. Fucoiden, S. 40, Taf. VII, Fig. 2), ist jedoch durch die weit beträchtlichere Grösse und durch die aus der Ebene tretende Spiralwindung unterschieden, welche wieder an das Verhalten bei *Taonurus flabelliformis* erinnert. Der Raum zwischen den Windungen beträgt bei unserem Fossil über 2 *cm*. Das „Laub" hat eine Breite von 2—4 *cm*. und nimmt diese gleichmässig in einem Umgange etwa in diesem Masse zu.

Beim Abstieg gegen Keteler durchquert man dieselben Gesteine, doch werden die Fucoiden-Mergel häufiger. *Chondrites intricatus* liegt mir in schönen Exemplaren vor. Die Faltungen werden nun häufiger und das Verflächen wechselt recht rasch. Auf einer dünnen Platte eines graubräunlichen, weissglimmerigen Sandsteines mit Calcitadern liegen ganz ausgezeichnete und charakteristische Hieroglyphen vor, die ich gleichfalls, und zwar unter dem Namen *Palaeodictyon ponticum* n. sp., zur Abbildung (Fig. 30) bringen will. Sie stellen ein weitmaschiges Netz von sechsseitigen Zellen mit schlanken Netzstäben vor, ähnlich jenen wie sie mir aus dem Flysch von Höflein-Kritzendorf, dem Godula Sandstein an der Rybia, und aus dem Macigno von Sistiana von Triest vorliegen. Ausser den grösseren (bis 28 *mm* Durchmesser) Maschen und den schlankeren Stäben fällt noch auf, dass an unserem ostbalkanischen Stücke von den Netzstäben kurze Äste abgehen, die theils unter 60°, aber auch unter viel kleineren Winkeln abstrahlen. Anderseits fällt auch auf, dass Elemente verschiedener solcher Netze deutlich übereinander auftreten.

Am nächsten steht ohne Zweifel *Palaeodictyon majus* Menegh. aus dem Eocän von Buttrio wie es von Sacco (l. c. S. 7 (157), Taf. I, 7—11) beschrieben und abgebildet wurde, doch unterscheidet sich unsere

Fig. 29.

Form durch noch beträchtlichere Dimensionen (*P. majus* nur bis 21 *mm*) und durch die kurzen Ansätze in den grossen Maschen.

Pflasterförmige Absonderungen auf den Schichtflächen sind nicht selten. Das Verflächen wechselt nochmals (SW und wieder NO). Die Schichten sind streckenweise steil aufgerichtet (bis 75°) und der Weg über die Schichtenköpfe ist ganz entsetzlich schlecht.

Dünnplattige Mergel und Mergelschiefer sind reich an Fucoiden; man glaubt sich in den Flysch des Wienerwaldes versetzt. *Chondrites intricatus* und *Chondrites Targionii* liegen in guten Stücken vor.

Am Fusse des Balkanhanges, nachdem die Sandstein- und Mergelformation passirt ist, kommt man in eine weite buchtartige Ebene, die sich gegen SO und S ans Meer hinzieht. Am Bache oberhalb Keteler sind die Aufschüttungen der Ebene entblösst: mächtige Lehm- und Schottermassen; die letzteren liegen auch in nesterförmigen Einlagerungen in dem sandigen Beckenlehme.

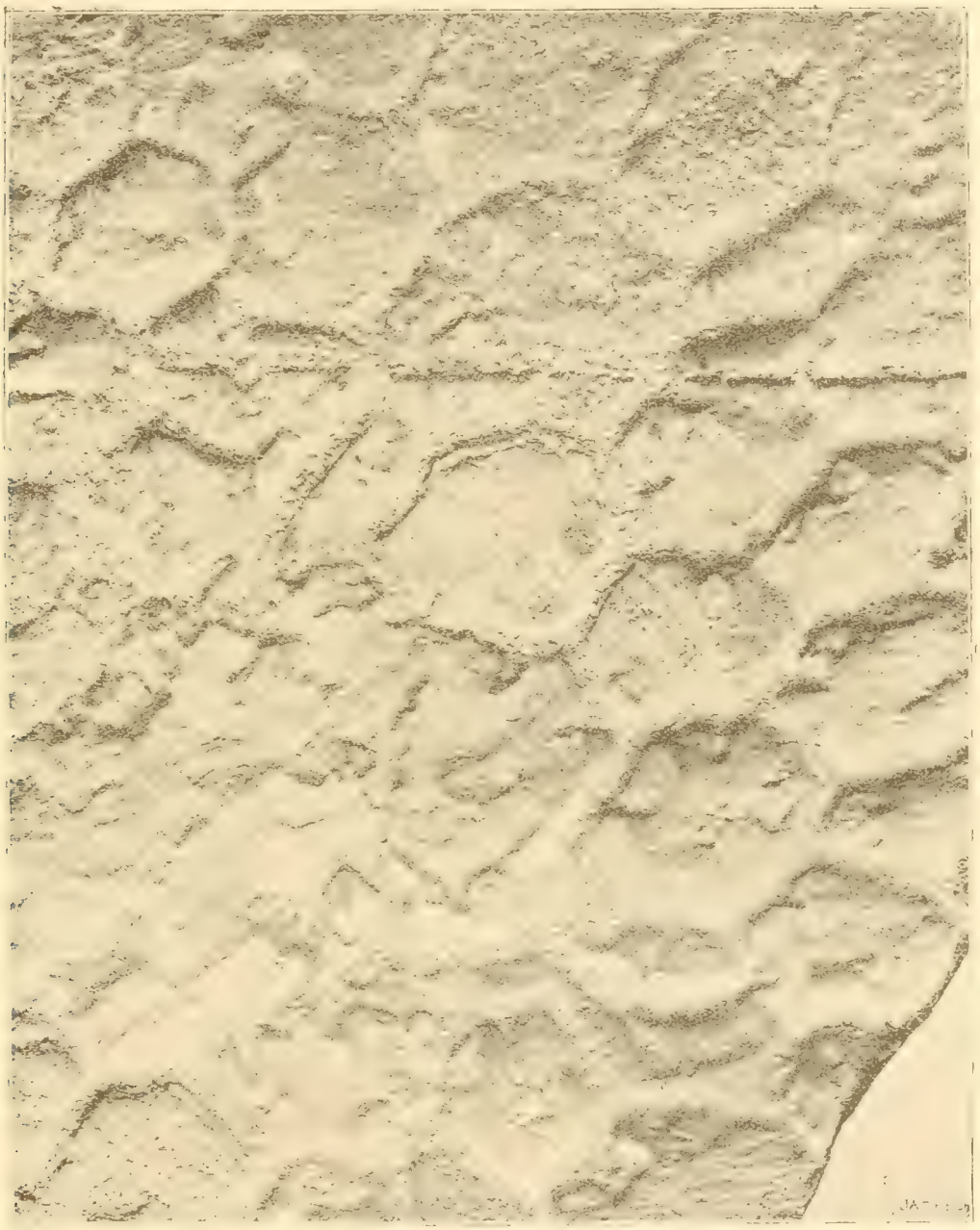
Im SW von Keteler und Barakli erheben sich rundrückige und kuppige Berge, ein ausgesprochenes Eruptivgebirge, das hier dem Südrande des Balkan vorgelagert ist und die nördlichste Partie des gewaltigen tertiären Eruptivgebietes vorstellt, das sich über Aitos und Karnabat bis nach Karabunar im Süden und Jambol im Westen ausdehnt.

Durch förmliche Wälder von *Palinurus* und niederen Buschwald ging es nun gegen SSW, indem wir die gebaute, aber unfahrbare Strasse bald verliessen. Als Findling sammelte ich bei Barakli einen Rissoenkalk mit kleinen Bivalven, die an *Spaniodon* denken lassen.

Bei Karakaja („Schwarzer Berg“) kamen wir an die Eruptivgesteine. Was ich auf dem Wege von hier bis Dautli an Eruptivgesteinen sammelte, gehört alles derselben Gesteinsreihe an. Es sind dunkle bis schwarze Augit-Andesite mit vielen Einschlüssen von grünen, durchscheinenden Augit-Krystallen und tafelförmigen Krystallen von Plagioklas, wodurch ausgesprochen porphyrartige Structur entsteht. Beim Verwittern

erhalten die Gesteine graue Färbung, und die Plagioklase erscheinen kaolinisirt. Die Farbe des Gesteines wird dadurch recht mannigfaltig getont. In einem der gesammelten Stücke sind die Plagioklase hofartig umsäumt und enthalten zahlreiche dunkle Einschlüsse im Centrum.

Fig. 30.



Ausgezeichnete Mandelsteine mit kleinen, nur stecknadelkopfgrossen Zeolith- und Calcitmandeln und mit Einschlüssen von Feldspath und Augitkrystallen in derselben Ausbildung wie soeben erwähnt, spielen eine wichtige Rolle. Mandelsteine mit grösseren, fast rein sphäroidalen Mandeln und sehr spärlichen Krystallen finden sich daneben. Auch Tuffe, und zwar in schöner, ganz flacher, meerwärts gerichteter Schichtung treten bei Dautli, niedere Hügel bildend, auf. Eine der Lagen ist reich an Plagioklastrümmern. Die Tuffe sind vielfach braun gefärbt, mürbe und stehen auch mit Mandelsteinen in innigem Verbande, deren blasige Räume mit späthigem Calcit gefüllt sind. In dem Sande der Regenrisse finden sich reichliche Magnetitkörner.

Einen geradezu unvergesslichen Anblick gewährt von den Kuppen bei Dautli aus das Meer, das hier reich gegliedert ist und durch die grossen Strandseen und durch die wie auf Nehrungen liegenden Städte Misivri und Achiolo ganz besonders malerische Bilder darbietet.

Mein Weg führte über Eskipasli am Nordrande des Strandsees Atanas Kiöi (oder Lidża-Ozero) vorbei nach Lidża, das am Südfusse der Eruptivhügel liegt. Ausser Tuffen traf ich kein anstehendes Gestein.

Aus Skorpil's Notizen ersehe ich, dass beim Dorfe Hodżamar zwischen Eskipasli und Lidża gelblicher Sandstein und thoniger Schiefer mit Lignit auftritt; die mir vorliegenden Stücke lassen ausser Spuren von Lignit keinerlei organische Reste erkennen. Die Schichten sind nur wenig geneigt (mit ca. 10°).

Die Gesteine von Karakaja sind als Augit-Andesite zu bezeichnen, und liessen sich bei ihrer mikroskopischen Untersuchung (durch Herrn A. Rosiwal) folgende Varietäten unterscheiden:

a) Eine dunkel grünlichgrau bis fast schwarz gefärbte. Die zahlreichen Einsprenglinge von frischem Plagioklas und Augit sind in einer hypokrystallinen Grundmasse von vorwaltendem Plagioklas, langstengeligem Augit und trichitischen Erzen, sowie etwas graulicher, durch Cummulite getrübter Glasbasis ausgeschieden. Die Farbe wird bei einzelnen Stücken lichter in Folge grösseren Reichthums an Plagioklas.

b) Graubraune helle Varietät. Makroskopisch lassen sich unterscheiden: Reichlich grauer Plagioklas und öl- bis pistazgrüner Augit in erster Generation. Die Grundmasse wird von einem Aggregat regellos durcheinander (nicht fluidal) gelagerter Feldspathleisten gebildet, zwischen denen eine secundär veränderte Glasbasis als Mesostasis auftritt. Die Erze treten darin stark, der Augit fast ganz zurück.

c) Schwarzgraue Varietät. In hyalopilitischer, ferritenreicher Grundmasse sind vollkommen frische Plagioklas- und Augiteinsprenglinge vorhanden, neben ganz zersetzten (in Calcit, Quarz, vorwiegend aber ein delessitähnliches Product) Krystallen des letzteren Minerals.

Daneben tritt ein Augit-Andesit auf mit hyalopilitischer Grundmasse, von mittlerem Augit- und Erzgehalt, in der dunkelgrüne Augit- und graubraune Plagioklaseinsprenglinge häufig sind. Zeolithmandeln im Durchmesser von 1 *mm* sind sehr zahlreich.

Vor Dautli wurde ein Augit-Andesit gesammelt, mit augitarmer hyalopilitischer Grundmasse. Grössere einschlussreiche, zum Theil zeolithisirte Plagioklas- und grüne Augitkrystalle finden sich. Viele (meist die kleinen) derselben sind gänzlich in Limonit, Calcit und Quarz umgewandelt.

Ein zweites Stück liess sich als Biotit-Trachyt bestimmen.

Die Grundmasse besteht fast ausschliesslich aus mikrochemisch als Kali-Feldspath nachgewiesenen Lamellen in orthophyrischer Structur, mit einem wenig reichlichen, gelbbraunen, mesostasisartigen Cement, welches Aggregatpolarisation zeigt. Magnetitkörner. Die Einsprenglinge von makroskopischem, violettem Plagioklas (Anorthoklas) und Biotit sind wenig zahlreich.

Näher an Dautli wurde ein Trachyt gesammelt, der in die Gruppe der „eigentlichen Trachyte" Rosenbusch's gehörig ist. Die Grundmasse ist trachytisch ohne Fluidalcharakter, mit Neigung zur sphärolithischen Anordnung der trichitischen Feldspathe und etwas (secundär) quarzhältig. Dem Mangel an Bisilicaten entspricht die fast ausschliesslich alkalische Zusammensetzung (Na, K, Al). Neben seltenen Einsprenglingen von Feldspath sind nur sporadisch kleine Augite vorhanden. Auffallend ist der Reichthum an mehrere Millimeter grossen Calcitmandeln.

Unmittelbar daneben wurde ein Nephelin-Tephrit gesammelt. (Basaltoider Typus.)

In einer nahezu holokrystallischen Grundmasse, von vorwiegenden idiomorphen, grünen Augitsäulchen und getrübten Plagioklasleistchen, sind nur Einsprenglinge von Augit vorhanden. Der Nephelingehalt wurde chemisch nachgewiesen.

Ein Augit-Andesit liegt als Mandelstein vor. Der Grundmassecharakter liegt zwischen dem rein trachytischen und hyalopilitischen Typus. Eine ausgesprochene Fluidalstructur der zahlreichen Feldspathlamellen mangelt, dafür tritt zwischen den Feldspathleisten und den ebenso häufigen Augitmikrolithen eine grüne bis gelbbräunliche entglaste Basis auf. Einsprenglinge von Augit und Plagioklas sind schon makroskopisch erkennbar. Die bis 1 *cm* grossen Zeolithmandeln bestehen, neben wenig Calcit, vorwiegend

aus einem krystallinisch körnigen bis faserigen K-Al-Silicat (Zeagonit?). Auch Natrolith-Calcitmandeln finden sich.

Der Augit-Andesit von Dautli zeigt in einer feldspathreichen Grundmasse in der durchtränkenden, nur schwach gefärbten Glasmasse zahlreiche winzige Erzskelette. Die Feldspathmikrolithe sind vorwaltend kurz rectangulär; Augit ist nur ganz spärlich vorhanden. An Einsprenglingen der intratellurischen Periode ist das dunkelgraue Gestein sehr reich, und zwar finden sich Plagioklas und Augit in gleicher Häufigkeit vor.

Eine zweite Varietät von Augit-Andesit zeigt eine ähnliche Grundmasse, die jedoch vielfach secundär verändert und mit chloritischen Umwandlungssubstanzen erfüllt ist. Die Plagioklaseinsprenglinge treten hier gegen die zahlreichen Augite stark zurück. Zahlreichere grössere und kleinere Mandeln sind verhanden. Der Reichthum derselben an Kalium weist auf Zeagonit hin; im Centrum findet sich Calcit.

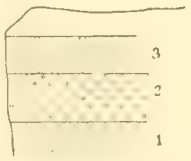
Das vor Eskipasli anstehende Gestein ist gleichfalls ein Augit-Andesit. Die hellgraugrüne, holokrystalline Grundmasse zeigt eine an breiten Feldspathleisten reiche, an die granophyrische Structur der benachbarten Glimmertrachyte erinnernde Ausbildungsweise. Die Zwischenräume der unregelmässig durcheinander gelagerten ungestreiften Feldspathe sind von Biotit, Augitkörnern und Chlorit erfüllt. Mikrochemisch wurde sie als echt andesitisch: Fe-Ca-reich, charakterisirt. Einsprenglinge von Oligoklas und kleinen Augiten sind häufig. Magnetit tritt sowohl makroskopisch in Körnern, als auch in der Grundmasse auf.

Das beim Brunnen von Eskipasli gesammelte Gestein ist ein Augit-Andesit mit typisch hyalopilitischer Grundmasse, die reich ist an unregelmässigen, zumeist mit Quarz (z. Th. Helminth führend) ausgefüllten Hohlräumen. Plagioklas und Augit sind in erster Generation häufig. Makroskopisch sind keine Mandeln erkennbar.

Ein zweites Handstück von Augit-Andesit von derselben Stelle zeigt eine makroskopisch braune, hyalopilitische Grundmasse, die in einer farblosen, schwach gelbbräunlichen Glasbasis leistenförmige und rechteckige Feldspathe, sowie fein nadelförmige Augit-Mikrolithe (Aegirin? weil wenig schief auslöschend) enthält. Die Zahl der Augit- und Plagioklaseinsprenglinge ist sehr gross. Häufig sind kugelige Quarzmandeln.

Westlich bei Lidža erhebt sich links von der Strasse nach Aitos ein niederer Hügel (Fig. 31), der aus feinem weissen Quarzsand mit einer ca. 5 *m* mächtigen Quarzschottereinlagerung besteht, der wohl bald abgetragen sein wird, da er taugliches Strassenschottermaterial gibt.

Fig. 31.



1 und 3. Weisser, feinkörniger Quarzsand.
2. Gelber, eisenschüssiger Quarzschotter mit concretionären, durch limonitreiches Bindemittel gebundenen Partien.

Dieses Vorkommen gleicht ganz unserem Belvedere-Schotter.

Am Wege gegen Aitos hat man zur Rechten fort und fort vulkanische Kuppenberge und man kommt an der Strasse über einen querüber nach W streichenden Tuffrücken, aus grünen, mürben Tuffen, mit festen Gesteinslagen bestehend. Letztere zeigen an einer Stelle schöne säulenförmige Absonderung. Auch Andesitgänge treten auf. Die Tuffe erinnern lebhaft an jene im Karadža Dagh. Im einem Vorkommen der Tuffe treten parallel verlaufende prismatische Züge auf, die mit Zeolithen gefüllt sind.

Das feste andesitische Gestein, welches auch als Strassenschotter in Verwendung gebracht wird, konnte als Augit-Andesit bestimmt werden. Die Grundmasse besteht, ähnlich wie in den Findlingen am Calikavak-Passe (s. o.) aus trichitisch ausgefransten Feldspathleisten, deren Faserbüschel Neigung zur sphärolitischen Anordnung zeigen. Dazwischen findet sich eine farblose Glasbasis mit reichlichen winzigen, mikrolithischen Ausscheidungen von stäbchenförmigen Erzkrystallskeletten und Augit. Makroskopische Einsprenglinge von Plagioklaszwillingen (Albit- und Karlsbadergesetz) und vereinzelte Augite liegen in einer mattgrauen Grundmasse. Mikrochemisch wurde der Plagioklas als dem Albit nahestehender Oligoklas bestimmt. Ein grösserer Mandelraum ist mit röthlichem, faserigem Laumontit vollständig erfüllt.

Über ein anderes Fundstück von derselben Stelle liegt mir die folgende mikroskopische Diagnose vor: Augit-Andesit; einsprenglingarme Varietät. Die andesitische Grundmasse (mikrochemisch als Fe- und Ca-

reich charakterisirt) besteht aus farblosem Glase, das reich ist an Globuliten und vorwiegenden Feldspathtrichiten, und welches neben unbestimmbaren Mikrolithen, ähnlich den im vorgehenden erwähnten, und neben Apatitsäulchen nur vereinzelte Einsprenglinge von meist zersetztem Augit, sowie von Plagioklas enthält. Die röhrenförmig in parallelen Zügen das Gestein durchsetzenden Zeolithe konnten als Laumontit bestimmt werden.

Ein anderes Stück von derselben Localität mit ähnlicher Grundmasse wie das zuerst erwähnte, enthält in unregelmässigen Hohlräumen drusenförmige Ausscheidungen von Quarz.

Ein anderes Stück des Schottermaterials kann als Andesittuff bezeichnet werden. Splitter eigentlicher Andesite (Augit-Andesit mit hyalopilitischer Grundmasse) sind selten. Dagegen finden sich viele Krystalle und deren Bruchstücke von Augit, und zwar theils frisch, theils in serpentinöse Massen umgewandelt. Reste von Feldspathen sind nur ganz untergeordnet zu erkennen, dagegen besteht das Gestein etwa zur Hälfte aus Analcim, welcher in isometrisch gekörnten Aggregaten, gleichsam die Rolle eines Bindemittels spielend, auftritt. Secundärer Quarz ist nur in geringer Menge, Calcit blos in Spuren vorhanden.

Die in dem vorstehenden Vorkommen von Tuff an der Strasse etwa Mitte Wegs zwischen Lidža und Aitos enthaltenen Gesteinsgänge sind auf Grund eingehender mikroskopischer Untersuchung als phonolitischer Trachyt zu bezeichnen, und zwar schliesst sich das grünlichgraue Gestein in Folge der Ausbildung seiner Grundmasse, in der sich nur wenige Plagioklaseinsprenglinge (mikrochemisch zum Theil Andesin, zum Theil Albit) ausgeschieden finden, an die Gruppe der phonolitischen Trachyte an. Der Alkalireichthum ist ein sehr grosser, wobei in den Proben bald das Natrium, bald das Kalium vorherrscht. Unter dem Mikroskope sieht man ein fast holokrystallines Aggregat von vorwiegenden grösseren Sanidinleisten, Augiten von meist langsäulenförmiger Gestalt und stark pleochroitischen, dünnen Ägyrinnadeln, zu denen sich nadelförmige Erze und Apatit gesellen.

Der grosse NaCl-Gehalt beim Behandeln mit HCl ist wohl auf Rechnung einer vorgeschrittenen Zeolithisirung zu setzen, die zahlreichen isotropen Stellen aber, die als Analcim zu deuten sind, vielleicht auf optisch nicht definirbaren Nephelin zurückzuführen. —

Die Berge von Aitos zeigen gegen das Meer zu, also gegen SO eine sanftere Abdachung als gegen den Balkan zu.

8. Von Aitos über Almadere, Tikenlik, Prača und Kištepe nach Provadia. (Sechste Passage.)

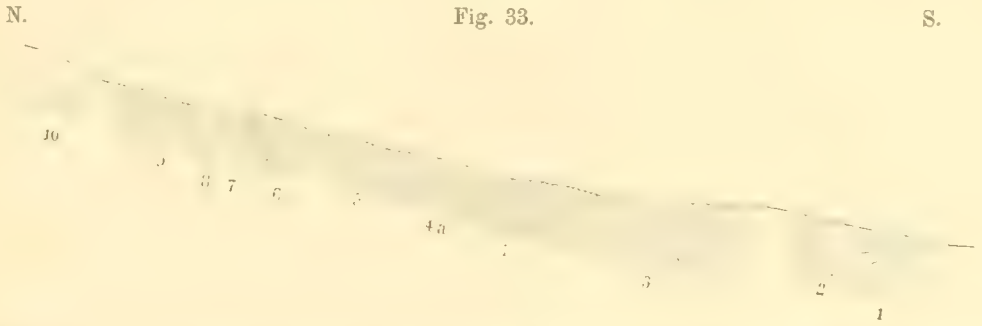
Über Aitos verdanken wir v. Hochstetter wichtige Mittheilungen. Er hat im ersten Theile seiner Abhandlungen über die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1870, S. 410 ff.) die Verhältnisse im Demendere, nördlich von der Stadt geschildert, wo sowohl der Sersem Bair, als auch der Hissar Bair als „aus mächtigen Bänken von bald mehr grobkörnigen, bald mehr feinkörnigen grünlichen, sandsteinartigen, vulcanischen Tuffen“ bestehend, angegeben werden, die mit 45° nach OSO verflächen und mit gefleckten Kalkmergeln wechsellagern. In den Tuffen fand v. Hochstetter Steinkerne von grossen Inoceramen, in den Kalkmergeln aber Fucoiden vor, welche als dem *Chondrites Vindobonensis* var. *Targionii* Ettingsh. ähnlich bezeichnet werden.

Der Weg nach Almadere genau nördlich von Aitos führte mich gleichfalls über diese Bildungen. Die mit festen Bänken wechselnden Tuffe des „Sersem Bair“ blieben zu unserer Rechten (Fig. 32). Links stehen die Tuffe gleichfalls an, die Bänke fallen aber viel steiler (mit 75°) gegen S ein. Im Thalboden findet sich gleichfalls Tuffmaterial, und man kommt bald auf anstehende Tuffbänke. Zunächst sind es grüngefärbte Gesteine, die mit Säure brausen und viel mit Kalkspath gefüllte Spaltzüge aufweisen. Sie enthalten auch Mandelsteine, und diese unterscheiden sich kaum von den am Vortage bei Karakaja und Dautli gesammelten Stücken. Im Sande der Bäche findet sich wie bei Dautli viel Magnetit und Krystalle und

Thalebene oberhalb Aitos. Fig. 32.

Krystallstückchen von Augit. Die Variabilität in der Schichtenfolge mag aus dem beifolgenden im Wassergraben neben der Strasse aufgeschlossenen Profile (Fig. 33) entnommen werden.

Fig. 33.



1. Grüne mürbe Tuffe.
2. Plattige feste mergelige Bänke, zuerst in dünnen Lagen, dann in bis 2 *dm* mächtigen Bänken mit Spuren von Fucoiden. Winkel des Einfallens wechselnd und Schichtenkrümmung zeigend.
3. Mürbe Tuffe mit kugelig-schaliger Absonderung.
4. Mergelig sandige Schiefer mit Lagen von dichtem Kalkmergel, der auch als förmlicher Ruinenmergel auftritt (4 *a*). Streichen OSO nach WNW; Verflächen nach S mit 10°.
5. Grünlichgraue Tuffsandsteine, in einzelnen Lagen mit kugelig schaliger Absonderung, eine Einlagerung von gebändertem Kalkmergel zwischen feinkörnigen Sandsteinbänken umschliessend. In den Mergeln fand sich *Helminthoidea* cf. *crassa* Heer.
6. Blutrothe sandige Mergel zwischen Tuffsandsteinen.
7. Graugrünes Eruptivgestein als Lagergang. Streicht W—O.
8. Mürber Tuffsandstein mit sphäroidal-schaliger Absonderung (wie in 5. und 3.).
9. Mächtige Kalksandsteinbänke zwischen dünnplattigen Mergelschiefern mit Fucoiden und Bruchstücken von faserigen Schalen, welche auf Inoceramen deuten.
10. Typische Flyschsandsteine.

In den Tuffsandsteinen finden sich hie und da Feldspath-Krystallbruchstückchen.

Von dem Tuff, von oberhalb Aitos am Wege nach Almadere, liegt ein Stück vor, „das durch seinen Gehalt an reichlichem, etwa die Hälfte der Gesteinsmasse bildenden scharf begrenzten Splittern einer intensiv gelbgrünen, isotropen Substanz auffällt, welche, da längeres Kochen mit Kalilauge darauf ohne Einfluss blieb, wohl als ein primäres Glas zu betrachten sein dürfte, das neben zahlreichen serpentinartigen, Aggregatpolarisation zeigenden sphärolithischen Bildungen auch scharfkantige Augitkryställchen enthält. Als Bindemittel dieser Mikrobreccie treten K-hältige Zeolithe, sowie Calcit auf.

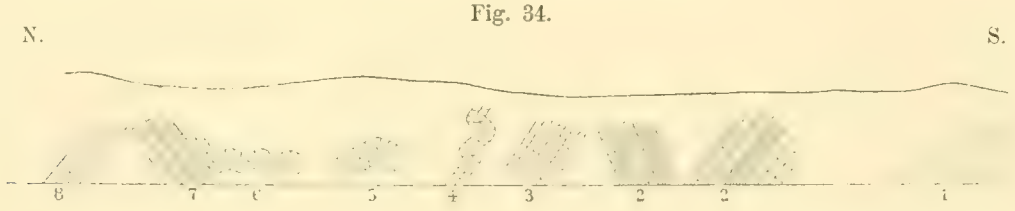
Die Mandelsteine sind als Augitit zu bezeichnen. Eine dichte dunkelgraue, nur aus langen, bis nadelförmigen, zum Theil sternförmig gruppirten Augitsäulchen und verhältnissmässig wenig Magnetit, in einem durch Globuliten bräunlich gefärbten Glase bestehende Grundmasse, umschliesst Mandeln, als deren Minerale zu nennen sind: Milchweisse steatitähnliche, sowie dunkelgrüne serpentinöse Substanzen neben Opal und Calcit, meist zugleich neben einander in einem einzigen Mandelraume."

Auf der Höhe des Rückens zwischen Aitos und Almadere liegt eine Schichte braunen Sandes, wie er aus der Verwitterung der mürben Flyschsandsteine resultirt. Gegen Nord kommt man, über flache, mit gewaltigen Lehmmassen bedeckte Hänge (mit tiefen Regenrissen) in ein breites Längsthal, dessen Hänge gegen Westen hin steil SW fallende Sandsteinbänke bilden. Grauweisse, körnige Kalke bilden weiterhin gegen Bogaždere die Höhen. Gewaltige Schottermassen liegen stellenweise an den Ausgängen der kleinen Seitengräben aus Süd. Ein solcher Schotterkegel tritt auch vor Bogaždere auf, und an demselben vorbei fliesst der Almadere in die Schlucht, welche am Kamčik oberhalb Išodna ausmündet.

In der Schlucht von Bogaždere (Fig. 34) findet man recht verwickelte tektonische Verhältnisse, wie sie aus der nachstehenden Profildarstellung ersichtlich werden. Beim Eintritte stehen Sandsteine an (1), die nach N einfallen und eine Strecke weit anhalten. Darüber treten dann schieferige Sandsteine auf, hie und da mit groben Wülsten und mit Einlagerungen von sandigem, grauem, etwas gefleckten Kalk (2) mit Hornsteinzügen (Kieselkalk). In diesem Complexe liegt ein Wechsel des Verflächens. Auch halbkrystallinisch erscheinende Kalke treten auf. Dann folgen dickplattige Kalke (3), die nach NW einfallen. Gleich darauf sieht man die

selben dünnplattig werden und in viele Falten gelegt, die in der Richtung des Verflächens der vorangehenden Kalkpartie verlaufen. Ein Schichtensattel folgt sodann (5) mit Einfallen nach WSW und nach ONO, worauf

Fig. 34.



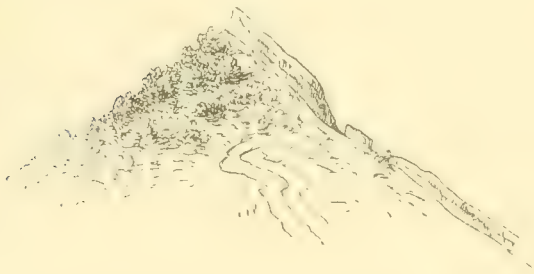
wieder mehrere eng aneinander gerückte Falten desselben Gesteins folgen (6). Alle diese Bildungen zeigen sich am linken Ufer. An der Strassenseite rechts kommt man an flach gelagerten dicken Kalkbänken vorüber, welche hie und da Hornsteine enthalten und auch feinkörnige Breccien bilden. Von Fossilresten fanden sich nur Spuren von Bryozoen, eine anomiaartige, concentrisch gestreifte Schale und verschiedene undeutbare Reste, darunter auch späthige Körper. Auch spongitenförmige Körper fanden sich hie und da. Sandsteine und mergelig-schieferige Gesteine mit Fucoiden (7) und endlich glimmerige Sandsteine (8) in mächtigen Bänken stehen am nördlichen Eingange an. Sie sind in der Nähe des Einganges stark zerbrochen und verstürzt und in mächtige Sandmassen aufgelöst, aus welchen ab und zu grosse Blockmassen widerstandsfähiger Gesteinspartien, zum Theil als förmliche Säulen aufragen. Tiefe Regenrisse durchziehen vielfach die Hänge.

Ähnlich so ist es auch bei Išodna am Kamčik der Fall, der sich in diesen Sandsteinen sein tiefes Thal ausgewaschen hat.

Nach Bojalar stellen sich wieder die sandigen Kalke und Kalkbreccien ein, wie sie in der Schlucht sich fanden. Am rechten Kamčik-Ufer gegen Nordost ragen Kalksteinfelsen auf (Fig. 35), die nach SO sanfter abdachen, gegen den Kamčik zu aber steil abstürzen. Die obersten Lagen erscheinen tafelartig flach, am Hang aber bemerkt man deutliche Falten im Gestein.

Am Kamčik-Ufer treten stellenweise zwei, ja an einer Stelle drei deutliche Terrassen übereinander auf.

Fig. 35.



Bergprofil am rechten Kamcik-Ufer östlich von Tikenlik. Hodza Kaja — der grosse Stein.)

Die Sandsteine am Kamčik sind (zwischen Bojalar und Tikenlik) mittelkörnig und enthalten viele späthige Einschlüsse unorganischer Natur, eine Art späthigen Bindemittels. Auch kohlige Partikelchen finden sich vor. Eine irgendwie auch nur annähernde Altersbestimmung dieser so verbreiteten Formation wäre jedoch unterblieben, wenn ich nicht etwa einen Kilometer vor Tikenlik, in einem feinkörnigen gelben Sandsteine, wie er sich vorher schon mehrere Male gefunden hatte, einen wie es schien recht unbedeutenden Ammoniten-Abdruck wahrgenommen hätte. Nach vollzogener Waschung ergab eine Kittabformung, dass man es dabei mit allergrösster Wahrscheinlichkeit mit *Acanthoceras Mantelli* Sow. zu thun hat. Die derben und dabei schön gerundeten Rippen laufen zumeist zu je zwei von einem scharfen und kräftigen Knoten aus, die nahe dem Nabel gelegen sind. Wir hätten somit in dem Complexe der ostbalkanischen Sandsteingebirge seinen ziemlich sicher bestimmten Horizont festgestellt, der etwa dem unteren Quader oder dem Cenoman entsprechen würde.

Die Sandsteine von Tikenlik sind in ähnlicher Weise säulenförmig abgesondert, wie die petrographisch so ähnlichen und wohl auch altersgleichen Sandsteine von Išodna.

Am Bache, der bei Tikenlik in den Deli Kamčik mündet, und an dem wir zum Wasserscheiderücken zwischen Deli und Bujuk Kamčik hinan stiegen, treten Sandsteine mit mergeligen Zwischenmitteln auf, die mit etwa 15° nach Süd fallen. Auch Conglomeratbänke treten, förmliche Mauern bildend auf, und im Bach-

bette fand sich auch eine Breccie. Die Sandsteinbänke und Mergelschiefer sind dünnplattig, ganz so wie wir sie am Südrande des Balkan bei Keteler angetroffen hatten. Auf der Höhe selbst treten grauweisse, körnige Kalke auf, welche petrographisch ganz gut übereinstimmen mit jenen, welche wir am Eingange in die Enge unterhalb Bogaždere angetroffen hatten. Hier in der Nähe der Wasserscheide enthalten sie ziemlich viele organische Reste, welche jedoch keine näheren Bestimmungen zulassen. Es sind vor allem kleine Seeigel mit schön gewölbten Schalen, feincylindrische und derb keulenförmige Radiolen, Formen welche mich an die Kalke beim Stančev Han im centralen Balkan erinnern.

In Kalksandsteinen fand ich auch Orbitolinen, so dass ich auf apturgones oder untercenomanes Alter schliessen muss. Es sind ganz dieselben grossen Formen, wie ich sie bei Kotel gesammelt hatte. (*Orbitolina concava.*)

Im Bereiche des Baches mögen sich auch Eruptivgesteine finden, wie sich aus Porphyrit- oder Andesit-Rollstücken in Bachschotter ergibt. Daneben finden sich aber auch Quarzgerölle, die jedoch seltener sind und auf die verwitterten Orbitolinen-Gesteine und Conglomerate zurückzuführen sind, da in diesen wie schon erwähnt wurde, Quarzeinschlüsse von Erbsengrösse nicht gerade selten sind. Weisse, mürbe Sandsteine (ähnlich jenen des Kalabak-Balkan) herrschen bis zur Höhe vor. Auf der Wasserscheide selbst treten endlich licht gelblich und grauweiss gefärbte, etwas körnige Kalke auf, welche sich auch gegen Osten fortsetzen und förmliche Tischberge bilden, indem sie mit eigenartigen Mauern nach Norden hin abstürzen (Fig. 36), deren Absonderungsklüfte die Entstehung von halbcylindrisch säulenförmig vorspringenden Wandflächen bedingen.

Fig. 36.

Kalksteinscholle der Tafel- (Tisch-)berge auf der Wasserscheide des Deli- und Bujuk-Kamčik (südlich von Prača).

Über diese Kalke zieht sich nördlich der Steilabstieg gegen Prača hinab. Zu oberst trifft man hier weisse Lithothamnien-Echiniden-Kalke und unter diesen, wie zerhackt aussehende, unregelmässig geschichtete, an Brachiopoden reiche Kalksteine. Sie scheinen mit etwa 25° nach Süd einzufallen und bilden eine förmliche Steilwand. Aber auch Bänke von grauweissen, fast nur aus grossen, flachen Orbitolinen bestehenden Kalken müssen auftreten, wie aus Bruchstücken auf der Höhe geschlossen werden kann. Unter den aus den gesammelten Fundstücken herauspräparierten Fossilien sind Terebrateln am häufigsten. Sie lassen sich auf *Terebratula biplicata* Sow. beziehen und unter den 35 Exemplaren finden sich sowohl solche von der typischen Form als auch flache Formen, die besser zu *Terebratula depressa* Lam. gestellt werden müssen.

Die kleinen Seeigel gehören wohl zu der näheren Verwandtschaft des *Nucleolites (Catopygus) carinatus* Gldf. (Petr. Germ. Taf. 43, Fig. 11 und Quenstedt, Echinodermen Taf. 79, Fig. 1—7); eines der Stücke stimmt in seinen Dimensionen am besten mit einer Form überein, die Quenstedt (l. c. Fig. 5) von Chardstock abbildet, während die drei übrigen einen mehr elliptischen Umriss zeigen. Die erwähnten Lithothamnien bilden rundliche Knollen, welche an Bruchflächen die eigenartig zonal-zellige Structur ganz gut erkennen lassen, wie sie bei den jüngeren Lithothamnien sich findet.

Unterhalb Prača durchbricht der Bujuk Kamčik eine kurze schluchtartige Enge (Fig. 37), eine wahre Klause, die Enge von Karjardži-Delikiöi, die recht lebhaft an die Thalengen und Klammen im Bereiche des Caprotinen-Radiolitenkalkes im westlichen Bulgarien, in der Gegend von Niš, Ak-Palanka, Pirot und Udurovci erinnert, hier jedoch offenbar jüngere Kreideschichten durchzieht, welche einerseits nach WNW und anderseits nach OSO hinziehen und flach gegen NO einfallen.

An den Wänden treten vielfach die netzartige Rippen bildenden Erosionslöcher auf, die ich auf Winderosion zurückführen möchte und die sich ähnlich, wie z. B. in den Quadersandsteinen des Elbesandsteingebirges und in den Eocänkreideschichten der südlichen Krim überaus häufig finden. Der Fahrweg führt am rechten Ufer durch die Enge und liess sich in der Schlucht das linke steilwandige Ufer auch zu Pferde nicht

erreichen. Am rechten Ufer stehen am südlichen Eingange zuerst dünnplattige Mergel mit Seeigelbruchstücken unter Sandsteinschutt (1) an, darüber folgen mächtige Bänke eines lichtgelblichen, feinkörnigen Sandsteines

Fig. 37.

Enge von Karjardži-Delikiöi.

(2), der viele späthige Kalkkörner und kleine Glaukonitkörnchen umschliesst (Grünsandstein), und eine *Exogyra* enthält, die an *Exogyra conica* Sow. erinnert; neben Inoceramenbruchstücken finden sich ausserdem eine kleine Klappe von *Janira quinquecostata* Sow. sp. und Bryozoen.

Darüber lagern, über mit Schutt bedeckten Hängen, gelblich weisser, sandiger Kalk mit vielen typischen Orbitoiden und Austern (3). Die Orbitoiden sind ganz flach und erinnern an jene Formen, wie sie in der Gosaukreide der Alpen so häufig sind. Sehr häufig findet sich in diesen Schichten eine grosse aufgeblähte *Ostrea*, welche zu *Ostrea vesicularis* Lam. gestellt werden muss und ganz den Exemplaren von Šumla gleicht. Sie kommt mit den Orbitoiden zusammen in derselben Schichte vor. Ausserdem liegt mir ein Steinkern eines sehr grossen Exemplars eines *Spatangus (Holaster?)* cf. *Ananchites* Leske vor (Dimensionen 84 : 75 *mm*), sowie ein Schalenstück (wohl von derselben Art) mit theilweise erhaltener, feinkörneliger Oberfläche und vereinzelten gröberen Wärzchen.

Darüber liegen (4) feine Quarzsandsteine (quadersandsteinartig) mit Echinodermenbruchstücken und schlecht erhaltenen Rhynchonellen, und zu oberst graue Orbitoidenkalke (5). In einem gelben, löcherigen Kalke aus den Hangendschichten, in der Enge, liegt eine kleine *Trigonia* sp. neben mehreren kleinen Gastropoden (in Steinkernen), Seeigelresten und Bryozoen vor. In einem harten Kalke, der wohl dieser Lage entspricht, finden sich ziemlich häufige Rhynchonellen und Terebrateln, an welchen hie und da ausgesprochene Verkieselungsringe auftreten. Neben kleinen Rhynchonellen finden sich auch grössere Stücke, die sich mit grosser Sicherheit als *Rhynchonella octoplicata* Sow. bestimmen lassen, und zwar in Formen, die sich ganz und gar jenen aus dem Pläner von Strehlen und aus dem englischen Chalk anschliessen lassen. Vereinzelt finden sich auch Bryozoenkrusten, ein kleiner *Pectunculus* in Steinkern und Abdruck, der Steinkern einer grösseren Schale (*Spondylus?*) und ein gutes Exemplar einer *Exogyra* mit stark eingerolltem Wirbel, eine Form, die an *Exogyra conica* Sow. anschliessen dürfte.

Im Norden, ausserhalb der Enge liegen am linken Ufer des Flusses in flacher Lagerung (gleichfalls gegen NO fallend) graue, stark sandige, plänerartige und Feuerstein führende Kalke, die etwas glaukonitisch sind und ziemlich häufige Fossilreste enthalten. Das auffallendste Fossil sind neben vielen Terebrateln sehr hoch gewundene, glatte Steinkerne von Gastropoden von riesigen Dimensionen, deren letzte Windung bis gegen 10 *cm* Weite erreicht. Es sind Formen mit sanft gewundenen Umgängen. Sie sind zusammengedrückt, doch lässt sich der Winkel der Schale mit 30°, bei der kürzeren (stumpferen) mit 40° bestimmen. Man dürfte es dabei mit Pleurotomarien zu thun haben, wenngleich alle in Vergleich kommenden Formen, selbst die *Pleurotomaria elata* Math. (Mathéron, Recherches pal. 1878. 2, tab. *B*, 18, fig. 2) aus dem Neocom des südlichen Frankreich noch viel weniger hoch gewunden ist. Ich will diese beiden Formen einstweilen als *Pleurotomaria* (?) sp. bezeichnen. Daneben treten grosse Terebrateln in vielen Exemplaren auf, die fast durchwegs Verkieselungsspuren tragen und gleichfalls eigenartig genug erscheinen. Ihrer Grösse und Form nach stimmen sie auf das beste mit den grossen Formen von Šumla überein. Einige der Stücke lassen jedoch

durch Abwitterung Einblicke in die Innenräume der Schale zu und zeigen einen complicirten Schlossstützenapparat. Eine doppelte Stützplatte läuft von der Schnabelspitze gegen den Stirnrand. In einiger Entfernung vom Schnabel divergiren die beiden Lamellen in schöner Krümmung und lassen so eine Art von Kammerung der Schale entstehen, wie sie mir in gleicher Weise bei keiner Terebratel bekannt wurde.

Ich bringe die betreffenden Stücke Taf. II, Fig. 3 unter dem Namen *Terebratula bulgarica* n. sp. zur Abbildung.

Steinkerne von kleinen Cardien, eine grosse *Ostrea*, *Pecten* (?), und zwar neben einem breiten und flachen radial gerippten sicheren *Pecten* spec. ind. auch ein flacher, glatter *Pecten* cf. *Nilssoni* Gldf.

Das Vorkommen der *Ostrea vesicularis* zeigt, dass schon in der Enge obere Kreide ansteht; die plänerartigen Schichten sind offenbar die jüngsten Bildungen der ganzen Schichtenreihe.

Im Nordosten von der Enge, über Jenikiöi hinaus, erblickt man wieder Berge mit horizontaler Schichtung.

Vor Kištepe kommt man über Sandsteine, dahinter sieht man an den Hängen Mergel mit weisslichen Flecken anstehen.

Nach der Strassenhöhe am Wege gegen Provadia kommt man auf feste Bänke eines dünnplattigen Sandsteines, der ziemlich viele glaukonitische Körnchen umschliesst und an oberen Grünsand erinnern könnte. Nur ein *Pecten* wurde darin gefunden. Derselbe ist klein, concentrisch gerippt und erinnert an *Pecten Nilssoni* Gldf. (Geinitz, Elbethalgeb. II, Taf. 9, Fig. 15), ist aber viel kleiner.

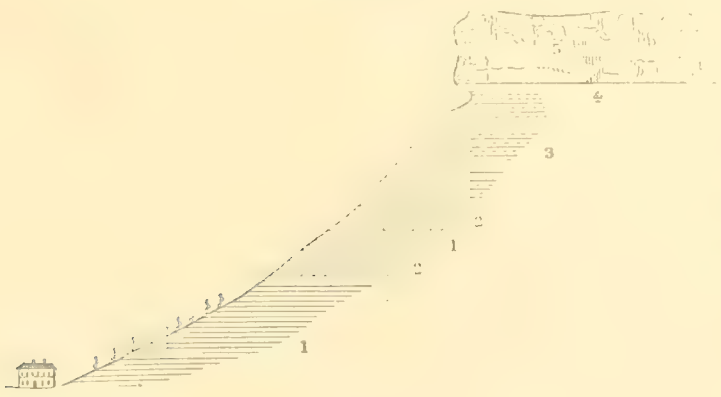
Darüber treten mürbe sandige Mergel auf, welche ganz flach liegen und kaum eine Andeutung von südlichem Einfallen (ca. 4°) erkennen lassen. Auch die Berge im O zeigen leichte Neigung der Schichten nach S.

Inmitten der Ebene wurde ein wie gefrittet aussehender Quarzsandstein-Findling angetroffen.

Zuletzt steigt das Terrain leicht an, und man kommt auf die grosse Tafelfläche, die mit steilen Hängen in die Cañons des Provadi-Dere abgebrochen erscheint. Zu oberst an der Kante, über welche die Fahrstrasse nach Provadia hinabführt, tritt ganz derselbe glaukonitische Sandstein auf, den wir kurz vorher beim Brunnen angetroffen hatten. Darunter liegen Kalkmergel mit *Ostrea vesicularis* in typischer Form und bester Erhaltung und Echinodermenschalen *(Ananchites?)*.

Um eine Vorstellung von der Aufeinanderfolge der Schichten zu erhalten, erkletterte ich durch die Weingärten am rechten Ufer oberhalb der Eisenbahnstation die Steilhänge bis hinauf zur Kante, ohne dass ich von dem Ergebniss sonderlich befriedigt gewesen wäre. (Fig. 38.) Zu unterst schon trifft man weisse, kreidig abfärbende, mürbe, sehr feinkörnige Kreidemergel mit Fucoiden, stengelartigen Streifen (1), mit härteren Bänken (2), die nach oben sandiger werden (3), dann folgen lichte, feinkörnige, etwas glaukonitische Mergel (4), die etwas Feuerstein enthalten, mit ziemlich zahlreichen walzlichen Bryozoen *(Ceriopora* cf. *gracilis* Gldf.), kleinen glatten Bivalven, darunter eine kleine fragliche *Exogyra*. Diese Schichte ist stark unterhöhlt und darüber folgen dann die festeren, die Tafel und Tafelberge bildenden glaukonitischen Sandsteine (5).

Fig. 38



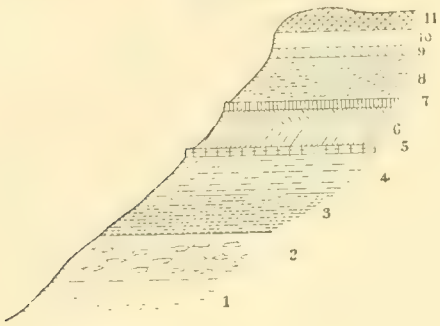
Wie schon aus dem Gesagten hervorgeht, war die Ausbeute an dieser Stelle eine sehr ärmliche, doch müssen nach Findlingen, die im Thale aufgelesen wurden, an anderen Stellen die Fossilien etwas häufiger sein.

Von Provadia fuhr ich mit der Eisenbahn nach Varna, von wo ich noch einen Ausflug gegen Galata unternahm, um die Lagerungsverhältnisse der bei meiner Reise von Varna südwärts aufgefundenen Schichten mit *Spaniodon* etwas genauer zu studiren.

Die Ergebnisse dieser Excursion seien zum Schlusse noch angeführt.

Nach Passirung der Dünen stieg ich, östlich von der Fahrstrasse nach Aivadžik gegen Galata hinan und beobachtete dabei rechts vom Wege, am Rande eines tiefen Wildbachgrabens, folgendes Profil (Fig. 39).

Fig. 39.



1. Feinkörnige Sandsteinbänke, mürbe, in Sand zerfallend.
2. Gelbe, feinkörnige Sande mit erhärteten Einlagerungen.
3. Grobkörnige Sandsteine. Diesen Schichten dürften Stücke entstammen, welche in Abdrücken und in Steinkernen *Spaniodon Barboti* Stuckenbg. enthalten.
4. Bräunliche und graue mürbe Sandsteine, in dünnen Lagen, mit kleinen Bivalven und Rissoen *(Rissoa* cf. *inflata)*.
5. Dünne Bänke eines gelben, plattig brechenden, dichten Kalksteines mit winzigen Bivalven und zahlreichen Hohlformen einer zierlichen *Chemnitzia*.
6. Gelbe Quarzsande mit falscher Schichtung.
7. Eine feste Bank mit Steinkernen einer *Leda*, die in Form und Grösse an die *Leda nitida* Brocc. (M. Hoernes, Mollusk. d. Wiener Beckens, II, S. 308, Taf. 38, Fig. 9) erinnern. Daneben finden sich kleine Chemnitzien, ein *Cerithium scabrum* Oliv. und ein kleines hochgewölbtes Schälchen in zwei Abdrücken, welches sich an die kleine *Mactra triangula* Ben. (M. Hoernes l. c. II, Taf. 7, Fig. 11) anschliessen dürfte. Unser Exemplar ist nur 8·5 *mm* lang und 7·2 *mm* hoch und die eine Klappe bei 3 *mm* dick. Die erwähnte *Leda* ist recht ähnlich einer Form, welche Andrussow im Tschokrak-Kalkstein (Halbinsel Kertsch) gesammelt hat, und die er als *Leda* cf. *pella* Lam. bezeichnete. Auch *Cerithium scabrum* findet sich in den Sammlungen des naturhistorischen Hofmuseums aus dem Tschokrak-Kalksteine.
8. Bröckelige Mergel.
9. Dünne, oolithische Lage.
10. Gelbe, glimmerig-sandige, sehr feinkörnige Schichte.
11. Humus.

Auf der Höhe der ersten Stufe, am Wege nach Galata kommt man rechts am Wege an mehreren eigenthümlichen *Mytilus*-Nestern vorbei (Fig 40), die unmittelbar unter der etwa 6 *dm* mächtigen Krume in Aushöhlungen eines bröckeligen Mergels (wie 8) liegen. Die *Mytilus*-Schalen haben ganz recentes Aussehen.

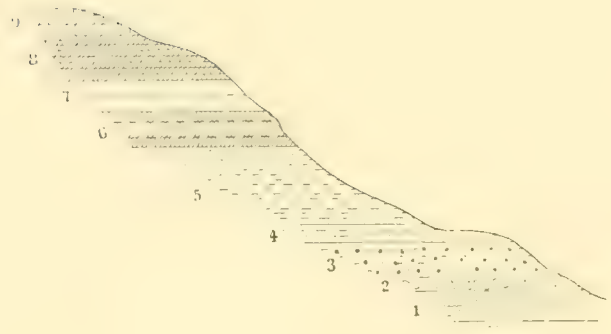
Fig. 40.

1. Bröckliger Mergel mit einer Einlagerung von *Mytilus*-Schalen.
2. Humus, 6 *dm* mächtig.

Auf dem Wege zur zweiten Stufe des Hügels von Galata kommt man über die folgend verzeichneten Schichtglieder. (Man vergl. Fig. 41.)

Vergleicht man beide Profile mit einander, so ergibt sich eine recht auffällige Ähnlichkeit der Schichtfolgen, und es erscheint sehr wahrscheinlich, dass die erste Stufe nichts Anderes sei als eine in die Tiefe gebrochene Partie der horizontal geschichteten Tafel. Ob diese Annahme

Fig. 41.



1. Feinkörnige Sandsteine.
2. Muschelbank.
3. Gelber Sand mit *Spaniodon*.
4. Mergeliger Sand.
5. Thonmergel (tegelartig).
6. Sande mit falscher Schichtung und mit Muschelbänken.
7. Gelbe Sande.
8. Quarzsandsteine mit reichlichem Bindemittel und kalkig-mergeligen Einschlüssen. Diese enthalten kleine Rissoen, eine ziemlich grosse *Helix* und *Spaniodon* (*Helix-Spaniodon*-Horizont der Krim). An der obersten Kante (9) oolithische Kalke, und zwar von braunrother Farbe mit vielen Abdrücken und Steinkernen von *Tapes gregaria, Cardium obsoletum* var. (und zwar eine etwas in die Länge gezogene Form) und ziemlich häufigen kleinen Rissoen (vielleicht *Rissoa inflata* Andrz.).

richtig ist, wird sich vielleicht bei einer anderen Gelegenheit ermitteln lassen.

Aus den Hangendschichten liegt auch ein löcheriger Serpulenkalk vor, der eine kleine *Modiola* sp. ind. und ein *Cardium*, ähnlich dem *Cardium obsoletum* umschliesst. Auch ein dichter Kalk mit vielen winzigen Bivalven liegt aus diesen Hangendbänken vor. Man könnte dabei an kleine Ervilien denken, um so mehr, als auch der Charakter des Schlosses damit übereinstimmt.

Aus der Schichte 5 der unteren Stufe liegen mir vor allem die Chemnitzien vor; sie gehören offenbar alle einer und derselben Art an, die der von M. Hoernes (l. c. I, S. 238, Taf. 33, Fig. 9) als *Chemnitzia perpusilla* Grat. bezeichneten Art nahe stehen dürfte. Unsere Abdrücke werden bis 8 *mm* lang, doch liegen auch ebenso kleine Exemplare vor, wie sie Hoernes abbildet. Unsere Form ist etwas spitzer und schlanker als *Ch. perpusilla* und nähert sich dadurch gewissen Turbonillen, doch habe ich vergebens die links gewundenen Embryonalwindungen gesucht; sie liessen sich nicht wahrnehmen, ebenso wenig eine Andeutung der Existenz einer Spindelfalte.

Auch ein kleiner Cerithienabdruck findet sich, und zwar von einer Form mit drei gleichstarken Knötchenreihen, die an *Cerithium disjunctum* Sow. erinnert (M. Hoernes l. c. I, 406, Taf. 42, Fig. 10, 11), einer typischen sarmatischen Art, die jedoch, wie Hoernes anführt, auch unter den mediterranen, lebenden Arten einen nahen Verwandten besitzt. Auf denselben Stücken liegen auch einige winzige Bivalvenschälchen vor, von welchen jedoch nur zwei eine annähernde Bestimmung erlauben. Das eine möchte ich mit *Corbula carinata* Duj. (M. Hoernes l. c. II, Taf. III, Fig. 8) in Vergleich bringen. Unser Schälchen ist aber vorne breiter als rückwärts, wodurch eine Annäherung an *Neaera cuspidata* Olivi eintritt. Das Schälchen ist 4 *mm* lang und 2·3 *mm* hoch.

Das zweite Stück erinnert in der Form an die kleine *Lucina dentata* Bast. (M. Hoernes l. c. Taf. 33, Fig. 9), ist aber noch kleiner als die citirte Form von Steinabrunn; seine Länge beträgt nur 3 *mm* bei ziemlich gleicher Höhe.

Vor Allem macht das Auftreten der Schichte 7 des ersten Profils Schwierigkeiten, da es immerhin auffällig ist, dass hier bei Varna über den *Spaniodon*-Schichten eine marine Ablagerung mit *Leda* folgt. Im zweiten Profile ist diese *Leda*-Schichte nicht angetroffen worden.

Als Findling (im Bereiche der unteren Stufe gesammelt) liegt mir ein Stück einer ca. 10 *cm* mächtigen Kalkbank vor, die nur aus Abdrücken und Steinkernen von *Spaniodon* cf. *Barboti* besteht. Erwähnt sei hier, dass ich auch ein Stück ganz vom Aussehen der sarmatischen Gesteine sammelte, auf dem neben *Spaniodon* auch *Cerithium scabrum*, *Cardium* sp. und *Leda* sp. auftreten.

Ein anderes Stück einer mürben, bröckelig zerfallenden Muschelbreccie besteht fast nur aus den Schalen einer anderen Art von *Spaniodon*, die ich sofort besprechen werde.

Aus der *Spaniodon*-Schichte (3) des zweiten Profils liegt neben ziemlich zahlreichen Exemplaren von *Spaniodon Barboti* Stuckenbg. sp. (Taf. VII, Fig. 7) eine zweite kleine Schale sehr häufig vor, die mich beim ersten Anblick an *Corbula* denken liess, die jedoch bei näherer Betrachtung der beiden gleichgrossen Schalen gleichfalls zu *Spaniodon* gestellt werden musste, und die meinem Freunde und Reisebegleiter in der Krim zu Ehren als

Spaniodon Andrussowi n. sp. bezeichnet werden soll (Taf. VII, Fig. 6). Die Schale ist von oben betrachtet kürzer als hoch, indem die Entfernung des Wirbels vom Stirnrande 6 *mm*, die Entfernung des Vorder- und Hinterrandes aber nur 4·4 *mm* beträgt. Die Schale ist sehr aufgebläht (Dicke einer Klappe 2·9 *mm*). Die überaus kräftige Entwicklung des Wirbels bedingt vor allem diesen eigenthümlichen Umriss. Die Oberfläche ist mit sehr kräftigen concentrischen scharfen Linien bedeckt. Der Zahn der linken Klappe ist in einen derben Zapfen umgewandelt, so dass der winkelige Bau der beiden Äste des *Spaniodon*-Schlosszahnes nicht mehr so deutlich zu verfolgen ist.

Er besitzt unten eine seichte Ausbuchtung. An den schwächeren nach vorne ziehenden Ast legt sich eine vom Vorderrande kommende Leiste an, während der zarte Schalenrand gegen den Wirbel läuft. Dadurch entsteht vor dem Zahn eine kleine, dreieckige Vertiefung. Auch hinter dem Zahne, im Ligamentraume, zieht eine zarte Leiste zum Wirbel. Der Zahn der rechten Klappe ist gleichfalls sehr kräftig, so zwar, dass für das

Ligament nur ein schmales Feld übrig bleibt. Der Schalenrand unter dem Wirbel ist etwas nach vorne gezogen, um den kleinen vorderen Theil des Zahnes der linken Klappe aufnehmen zu können.

Die Zahnbeschaffenheit variirt übrigens bei den verschiedenen Exemplaren einigermassen. — Ich glaube trotz der Eigenart des Zahnbaues das beschriebene sehr häufig auftretende Fossil, das auch aus den über dem *Spaniodon*-Sande lagernden Mergeln, neben gut erhaltenen Exemplaren von *Spaniodon Barboti* Stuck. und zahlreichen Rissoen (*Rissoa* cf. *inflata* Andrz.) in vielen Stücken vorliegt, bei *Spaniodon* belassen zu sollen.

Nicht uninteressant ist das Vorkommen eines abgescheuerten Exemplares einer kleinen *Melanopsis*, die sich der Form nach an *Melanopsis Aquensis* Grat. auf das Beste anschliesst und nur etwas kleiner ist, als die von M. Hörnes von Grund abgebildete Form, von der er erwähnt, dass sie sich dort eingeschwemmt finde neben zahlreichen *Helices*.

Boué berichtet (l. c. I, S. 163) ausführlich über den Durchschnitt von Aitos und Šumla. In der Schlucht von Bogazdere gibt er Wechsellagerungen an von mergeligen Sandsteinen, nach SW geneigten kalkhältigen Thonen, nach NO neigenden in viereckige Platten zerfallenden thonigen Kalk, dichten Kalk mit kleinen Spathadern, Kalk mit zahlreichen Bruchstücken von weissen Korallen und eine mächtige Masse von molasseähnlichen Sandsteinen.

Im Thale der wilden (Deli) Kamčik führt er unter den Geröllen auch solche von primitiven und phorphyrischen Gesteinen an.

Während mich mein Weg über Prača nach Provadia führte, verfolgte Boué von Tikani (offenbar Tikenlik) den Weg über die Lopušna und Redzeb Mahale um nun den grossen Kamčik hinauf bis Köprikiöi zu gehen. Es ist schwer, bei den mehrfachen Verwechslungen der Weltrichtungen, des Hinauf und Hinab u. s. w. sowohl in der Esquisse géologique (1840) als auch im Recueil d'itinéraire (1854) den Weg, den Boué eingeschlagen, in allen Details zu verfolgen, um so weniger als Jedekmale, Koimla und Kurukheli, Ortschaften zwischen Lopušna und Kilnovo, nicht mit Sicherheit zu identificiren sind und in der Esquisse auch der Grand- und Petit-Akili und Deli Kamčik verwechselt werden. Der Übergang von Tikenlik nach Lopušna liegt übrigens nur wenig westlich von unserer Strasse nach Prača und gibt Boué ausser ersichtlichen Flyschgesteinen auch Trümmergesteine mit kalkigem Bindemittel und mit Einschlüssen von Rhynchonellen, Pecten u. s. w., sowie Korallen und Orbitoiden führende, bräunliche und dichte Kalke an, während im Norden davon, den Kamm bildend, Sandstein und lichter Kalk die schroffen Höhen bilden.

Bis zum grossen Kamčik folgen wieder Flyschgesteine (auch werden mergelige Sandsteine mit Pflanzenspuren angegeben), die dann weithin anhalten.

Vom Durchschnitte Šumla-Karnabat über den Čalikavak-Pass wird nur angegeben, dass bei Calikavak grüner Quarzsandstein auftreten soll.

Auch auf den Routen Aitos-Provadia und Misivri-Varna werden nur ganz kurz mergelige Sandsteine und dichte, oft conchylienführende Kalke und Thonschiefer in der Kammregion des Ost-Balkans erwähnt.

Boué wird dadurch zu dem Schlusse geführt, dass der östliche Balkan bis westlich über Karnabat hinaus „und selbst jener von Sliven nur eine Aneinanderreihung von Kreideketten darstellt", welche Schlussfolgerung auch dann nicht geändert werde, wenn man thatsächlich gewisse Sandsteine und Kalke der Schlucht NO von Slivno zur „Grauwacke stellen könnte", was Boué jedoch durchaus nicht glaubt. Boué macht schliesslich darauf aufmerksam, dass die Streichungsrichtung fast genau NW—SO verlaufe, was thatsächlich vielfach der Fall ist, freilich ist das Einfallen im Osten nicht vorherrschend nach NO, sondern viel häufiger nach SW und Süd gerichtet.

Anhang.

Über die von Herrn Gymnasialprofessor Hermenegild Skorpil (in Sofia) gesammelten und mir zur Bearbeitung übergebenen Materialien aus dem östlichen Balkan.

Herr Skorpil hat mir ausser den gelegentlich erwähnten Mittheilungen auch über seine Touren im Aitos- und Emine-Balkan Notizen und von manchen Punkten auch Belegstücke zur Untersuchung übergeben, welche mir bei der Herstellung der Karte die Interpolation zwischen meinen Reiserouten wesentlich erleichtern werden. Besonders über die Verhältnisse südlich vom Balkanrande am schwarzen Meer, aus der Gegend von Monastirkiöi über Misivri, Achiolo und Burgas liegt ein reichlicheres Material vor. Herr Skorpil hat auf der von vorne herein hoffnungslosen Suche nach Kohlen den östlichen Balkan auf ziemlich vielen Linien bereist. Ich will dieselben, so weit ich es nach den mir gemachten etwas ungeordneten Angaben vermag, kurz anführen.

1. Von Aitos NW nach Čenge und Jenimahala:

Bei Jenimahala (NO) zum Theil conglomeratartige Sandsteine und weissliche plattige Kalkmergel. Bei Čenge desgleichen Sandsteine mit kugeliger Absonderung („kugelige, kopfgrosse Concretionen, die durch Verwitterung hervortreten"), Feuerstein-(?)Knollen. Der weissliche Kalkmergel bildet Einschlüsse im grobkörnigen Sandstein SO von Jenimahala, und ragt in Folge der Verwitterung in bis über kopfgrossen rundlichen Massen hervor („Babi kozy"- Kecitaš oder Ziegensteine). Durch Herausfallen dieser Einschlüsse entstehen grubige Vertiefungen im Sandstein.

Über Madžarevo (?) (Madžarlar der russischen, Madžerete der Kanitz'schen Karte, Aitos NW) nach Vrezovo. Offenbar dieselben Tuffe, Conglomerate, plattigen Kalkmergel und Tuffsandsteine, wie auf unserem Wege nach Almadere. Zwischen den beiden genannten Orten fallen die Schichten mit 75° nach S, und bei Vrezovo mit 35° nach SSW.

2. Über Bogaždere. Čepeldža nach Aivadžik und über den Karnabat-Balkan nach Bekči (Begeč). Lopušna und Čenge.

Nach den Sandsteinen, die bis Aivadžik anhalten, folgen Mergelschiefer, die auch hin und wieder zwischen den Sandsteinen auftreten, und gegen NW hin anhaltend, steil aufgerichtet sind (bis saiger) und gegen O fallen. Hier aber, noch vor der die ehemalige Grenze zwischen Donaubulgarien und Ostrumelien bildenden Kammhöhe, gibt Skorpil das Vorkommen eines älteren Eruptivgesteines an. Das mir vorliegende Probestück ist vollkrystallinisch und enthält Plagioklas. Es ist als Diorit anzusprechen und hat, wie es scheint, nichts zu thun mit den Eruptivgesteinen im Süden und Südosten.

Das interessante, von Herrn Skorpil zu Aivadžik gesammelte Gestein ist nach Herrn Rosiwal's Bestimmung als Quarz-Augit-Diorit zu bezeichnen. Das makroskopisch etwa wie ein grauer feinkörniger Amphibol-Granitit aussehende Gestein besteht (unter dem Mikroskope betrachtet) aus vorherrschendem schön idiomorphen, zonar gebauten und Glaseinschlüsse führenden Plagioklaskrystallen (mikrochemisch als Andesin bestimmt), neben Biotit und lichtgrünem Augit, die in nahezu gleicher Menge neben einander auftreten. Kleinkörniger allotrimorpher Quarz füllt allenthalben die Zwischenräume zwischen den übrigen Krystallen aus. Accessorisch sind Magnetit und Apatit häufig. Mineralassociation und Structur bringen das Gestein in nahe Verwandtschaft mit den Andendioriten und Banatiten.

Auch ein stark zersetztes (kaolinisirtes) Stück eines Tuffes liegt mit derselben Ortsangabe vor. Die Höhe selbst wird gebildet von weichen, gelblichen Sandsteinen mit wurmähnlichen Wülsten und festeren, durch

Limonit gefärbten und gebundenen Partien. Auch Kalke, ähnlich jenen, wie ich sie beim Übergange von Kameik Mahala angetroffen, werden Tischberge bildend angegeben, welche mit etwa 22° nach SW fallen. Die Eruptivgesteine nehmen nach Skorpil's Angabe nur einen kleinen Raum ein; etwas sandige Kalkmergelschiefer herrschen weiterhin vor. Auch dichte Kalke mit Knollen von „schwärzlichem Flint" werden „im Bette eines periodischen Flüsschens" angegeben. Plattig schieferige Kalkmergel, Sandsteine von sehr verschiedener Korngrösse, bis zu Conglomeraten, findet man beim Abstieg gegen Begei, wo auch wieder bläuliche Mergelschiefer auftreten, die dann gegen Lopušna und Cenge anhalten und mit flyschartigen Sandsteinen wechsellagern.

(Auch bei Iëme und kurz vor Sapadža [Zapadža, SO von Tikenlik] wird von Skorpil das Auftreten alter Eruptivgesteine angegeben zwischen bröckeligen Schiefern und ungeschichteten, dichten, grauweissen Kalken. Von Sapadža liegt mir ein Stück Hornblende-Andesit mit stengligen Hornblendekrystallen vor.)

Einer der interessantesten Fundpunkte der Skorpil'schen Routen liegt im Nordwesten von Čepeldža inmitten der flyschartigen Sandsteine in einer Schlucht, die von Kermetlik (Kiinitlik d. russ. Karte) nordwärts gegen den Rücken hinanführt, über den der Weg von Čepeldža nach Aivadžik hinüberzieht. Am NW-Ende des Dorfes Kermetlik treten zunächst Sandsteine und Conglomerate auf, welche westöstlich (hora 19) streichen und mit 20° nach S, etwas in W, einfallen, und ganz und gar noch Flyscheharakter an sich tragen. Dahinter (nördlich davon) kommt man nun an auf fossilienführende Schichten. Skorpil gibt vor Allem „Orbitoliten" an. Unter den mir von Kermetlik vorliegenden, zum Theil ausserordentlich gut erhaltenen Versteinerungen finde ich keine Spur davon. An einigen Stellen wird das Vorkommen eines röthlich gefärbten Thonschiefers mit kohligen Einschlüssen angegeben und auch im Westen des Dorfes in derselben Schlucht treten kohlige „Streifchen" im Sandstein auf, der mit 40° nach NW fällt. Die Schichtfolge im NW wird folgendermassen angegeben:

1. Mergelschichte mit Petrefacten.
2. Mergel mit Streifchen von Kohle.
3. Sandstein mit Kohlenstreifchen.
4. Bituminöse Thonschiefer mit Kohle.

Die Schichten streichen NW und fallen mit 10° nach SW. Am SW-Ende des Dorfes stehen in der Nähe röthliche Mergel an, und bis zum Kameik (nach Süden hin) treten weiter nur Karpathensandsteine auf, die hie und da Conglomerate umschliessen.

Ein immerhin recht auffallendes Ergebniss lieferte die Untersuchung der Fossilreste. Dieselben tragen nämlich ein ausgesprochen eocänes Gepräge, wenngleich von Nummuliten nichts vorliegt.

Das häufigste sind Cyrenen, so dass man die betreffende Schichte als Cyrenenmergel bezeichnen könnte. Es liegen vor:

Cyrena cf. *intermedia* Desh. (Ann. sans vert. I, Taf. 38, Fig. 19, 20). Unsere Form Taf. VII, Fig. 12 ist mit einem schärferen Kiel versehen, als die in Vergleich gebrachte Art. Dadurch entsteht auch eine lanzettliche Area an der schief abgeschnittenen Hinterseite, die in eine scharfe Spitze ausläuft.

Cyrena semistriata Desh. (l. c. I, 511, Taf. 36, Fig. 21, 22). Nur eines unserer Stücke stimmt fast vollkommen überein. Ein auf den citirten Bildern nicht wahrnehmbares Merkmal besteht in local auftretenden kurzen Streifen in radialer Richtung. Die Grösse stimmt recht gut überein. (Man vergl. Taf. VII, Fig. 14.)

Cyrena Skorpili n. sp. will ich eine kleinere *Cyrena* nennen, mit dreieckigem Umriss, scharfen, nach dem Hinterrande verlaufenden Kanten, wodurch eine lanzettliche Fläche scharf umgrenzt wird. Die Schale ist concentrisch gestreift und in der Wirbelgegend etwas aufgebläht und vorgezogen. (Man vergl. Taf. VII, Fig. 13.)

Das auffallendste Fossil ist ein neuer *Mytilus,* den ich als

Mytilus Kermetliki n. sp. bezeichnen will. (Taf. VII, Fig. 15.) Es ist eine Form, die an *Mytilus Rigaulti* Desh. (l. c. II, 29, Taf. 74, Fig. 23) aus den Sables moyens erinnert, doch ist diese französische Art etwas schlanker. Bei unserem Fossil, das in mehreren Exemplaren vorliegt, ist die Rippung etwas schärfer, und

zwar besonders auf der hinteren Seite, während sie nach vorne hin ungemein zart ist und an dem etwas aufgeblähten Bissusende ganz fehlt. Hier tritt nur die parallele Anwachsstreifung auf, die gegen den Stirnrand zu etwas stärker wird.

Aus etwas sandigen Mergeln mit nesterartigen Anhäufungen von Muschelresten liegen vor:

Cardium sp. und *Cyrena* sp. in Steinkernen.

Ausserdem von Gastropoden:

Ampullaria Vulcani A. Br. (Vicentinische Fossilien, II, Fig. 16 *a, b*), *Ampullaria* cf. *ponderosa* Desh. (l. c. 17, Fig. 13, 14; man vergl. diese Abhandl. Taf. VII, Fig. 16) und *Ampullaria* sp. eine kleinere Form.

Melania lactea Lam. in (vier) sehr gut übereinstimmenden Exemplaren.

Ausserdem ein sicher bestimmbares *Cerithium hexagonum* de Brug. (Lam., Deshayes l. c. Taf. 48, Fig. 15 und Taf. 45, Fig. 4), sichere Exemplare von *Cerithium baccatum* Brogn. und eine Krebsscheere. Von Kermetlik liegt mir ein ganz dünnplattiger Schiefer („Alaunschiefer") vor.

3. Von Čenge nach Beljovo, Guliča, Džafer, Karamandža und Erkeč.

Zwischen Čenge und Beljovo gibt Skorpil Sandsteine und plattige Kalkmergel an (stellenweise nach Süd fallend). Von Beljovo nach Guliča und Džafer (Dzafor) herrschen glimmerige Sandsteine, mit plattigen Kalkmergeln wechselnd und stellenweise nach SO fallend.

Von Džafer über Karamandža nach Erkeč kommt man im SO von Džafer zuerst über grobkörnige Karpathensandsteine mit einer schwachen, salzigen Quelle (es wird NaCl und $CaCl_2$ angegeben). Sandsteine halten an bis Erkec, wo am südlichen Fusse eines passirten Rückens (nähere Angaben fehlen) plattige Kalkmergel anstehen.

Von Erkeč nach Guliča (Emine-Balkan). Im Dorfe Guliča, wo sich „ein guter Thon" findet, fallen die flyschartigen Sandsteine mit 30° gegen SW. Nördlich davon erhebt sich ein kahler Rücken (Golo = kahl), der der Hauptsache nach aus weisslichgrauen, dichten Kalken besteht, die mit ca. 30° nach SW fallen, und dunkle Feuersteine, jedoch leider keine Spur von Versteinerungen enthalten. Am Südfusse treten weissliche, plattige Kalkmergel auf. Von Gulica nach Erkec kommt man über Karpathensandstein mit grossen kugeligen „Einschlüssen" (Verwitterungskerne?), Sandsteine, die mit plattigen Kalkmergeln wechsellagern, und dichte Kalke. Auf einem „anderen" (?) Wege von Guliča nach Erkeč wird das Einfallen dieser lichten Kalke als mit 10—20° gegen NO gerichtet angegeben. Skorpil vergleicht diese Kalke mit jenen zwischen Kotel und Kipilovo (s. oben S. 14 [334]) und dürften sie dann wohl auch mit denjenigen nördlich von Kotel zu vergleichen sein. NW von Erkeč werden „dick geschichtete, gelbliche Karpathensandsteine" mit Pflanzenspuren auf den Schichtflächen angegeben. Gegen Kalgamač zu (im Westen von Erkeč) soll der Schullehrer von Erkeč einen Belemniten „im Flusse" (?) gefunden haben, was auf einen Aufbruch des Jura, ähnlich so wie ich ihn nördlich von Kamčik-Mahala gefunden, hindeuten könnte. Skorpil, der die Route Erkeč—Kalgamač zurückgelegt hat, gibt auf derselben nur Conglomerate und Sandsteine an, die hier das ganze Gebiet zusammensetzen und nördlich von Aivadžik an der Localität „Jarma kaja" zu Mühlsteinen verarbeitet werden.

Endlich sei aus diesem Gebiete noch angegeben, dass NO von Nadirkiöi (Aitos NNO) beim Eintritte in eine Schlucht am Südhange des Balkans plattige Kalkmergel auftreten, während im Dorfe selbst, sowie weiter nördlich wieder Flyschsandsteine anstehen. Material liegt mir von den angeführten Routen, ausser wo es speciell erwähnt wurde, nicht vor.

4. Von Aitos nach Ost über Kizildžik. Emirkiöi. Balcikiöi nach Karakaja und über Indžekiöi nach Mesemvrija (Misivri).

Im NO von Kizildžik Mergelschiefer mit Inoceramen, mit Kalkmergel wechsellagernd. Letztere schieferig; auch bei Emirkiöi; dann gegen Balčikiöi Eruptivtuffe. Auch im W von Karakaja treten im Eruptivgebiete zwei kleine, isolirte Kalkmergelvorkommnisse auf, desgleichen östlich von Karakaja (mit 55° nach S fallen l) und SO von Indžekiöi, bis wohin auch die Eruptivgesteine reichen. Erst kurz vor Mesemvrija treten

die sarmatischen Bildungen auf, die bei einer anderen Gelegenheit besprochen werden sollen. Das Eruptionsgebiet reicht nördlich gegen Koparan und bis Emirkiöi. Von hier über Karatepe bis Želebkiöi—Keprikiöi herrschen Flyschgesteine, welche bei Karatepe mit 60° nach NNO fallen, weiterhin aber auch fast vertical aufgerichtet sind. Es sind Sandsteine mit Mergelschieferzwischenlagen. (Die Gesteine wie im N von Keteler.)

Bei Indžekiöi treten neben den Eruptivgesteinen auch plattige, stellenweise bis vertical aufgerichtete Kalkmergel auf. Von Želebkiöi liegt mir ein Stück eines Hornblende-Andesit vor, ganz von demselben Aussehen wie diejenigen, welche ich bei Karakaja gesammelt habe.

5. Von Mesemvrija nach Monastirkiöi und in den Emine-Balkan.

Von Ejvala (?) nach Emine treten zunächst plattige Kalkmergel auf (mit 20° nach S fallend) und am Meere, „etwa 20 Minuten östlich von Ejvala" (einem Orte, den ich auf keiner Karte finden kann, wenn nicht das Sefala der Kanitz'schen Karte oder Sefula der österreichischen Karte damit gemeint ist) stehen feste, etwas oolithische Kalke an, die mit 15° nach O fallen, und deren Alter ich nicht zu bestimmen vermag. Herr Skorpil hält sie für sarmatische Kalke. Mir liegen Stücke mit der Bezeichnung „zwischen Emine W und Monastirkiöi" vor. Dagegen finde ich ein Stück mit der Bezeichnung: directer Weg von Monastirkiöi nach Ravda (westlich von Mesemvrija), in welchem *Cardium* cf. *obsoletum, Tapes* cf. *gregaria* und eine *Bithynia* vorkommen, und welches als sarmatisch angesprochen werden muss. Bei Ejvala liegen die Oolithe am Meere auf Kalkmergeln der Flyschformation. Gegen Emine halten sandig glimmerige Mergelschiefer mit Wülsten und fucoidenartigen, schnurgeraden, etwas divergirenden Hieroglyphen an, die mit 10° nach NNW geneigt sind. Es treten aber auch echte Fucoidenschiefer auf.

Auch Flyschsandsteine treten auf (in Emine als Dachdeckplatten verwendet), die mit 40° nach NW fallen, vor Emine aber vertical aufgerichtet erscheinen, bei ostwestlichem Streichen. Der Wechsel des Verflächens ist recht auffallend; an einer Stelle liegen Schichten mit NO-Fallen neben solchen mit WSW-Einfallen.

Zwischen Monastirkiöi und Kišladere treten mit 15° nach S fallende plattige Kalkmergel auf, zwischen Monastirkiöi, Bana und Erikli desgleichen mit Schichtenkrümmungen und mit Mergelschiefern wechselnd. Bei Bana treten auch feinkörnige, glimmerige, dünnplattige Sandsteine mit thonigen Schichtflächen, bei Erikli aber WO streichende und nach S fallende bläuliche Mergelschiefer auf.

Von Gječek (Gjozekiöi, Gözekedere, Kozjak) am schwarzen Meer über Jenikiöi nach Aivadzik und Alčakdere.

Der Bergrücken im SW von Gječek besteht aus bröckeligem Mergel, feinkörnig-glimmerigen und grobkörnigen Sandsteinen, letztere mit faustgrossen Gerölleinschlüssen aus mehlig verwitterndem Kalkmergel. Auf der Höhe herrschen Conglomerate, deren Bindemittel „einen tuffartigen Charakter besitzen und Magnetitkörner, Augitsplitter und Krystalle, sowie Körner eines grünen Minerals" umschliessen. Die Rollstücke erreichen bis zu $^1/_2$ *m* Durchmesser und bestehen aus *Chondrites* führenden Kalkmergeln und Nummuliten führendem Gestein. Ein mir vorliegendes Stück trägt ganz den Charakter eines Eruptivtuffes an sich, und finde ich sichere Hornblende-Krystallbruchstücke mit eingebettet. Die Nummuliten sind sowohl flach als auch bauchig. Auch *Orbitoides* tritt auf, sowie eine kleine, nicht näher bestimmbare Schneckenschale. Einen der Nummuliten kann man als *Nummulites mammillatus* d'Arch. bestimmen (d'Archiac, Nummulitenwerk, S. 154, Taf. XI, Fig. 6, 7, 8), aus dem unteren Eocän von Pau, Dax, Nizza u. s. w. Ein anderes Stück von derselben Localität enthält *Serpula spirulaea* neben vielen Assilinen (*Assilina exponens* Sow.).

Am Wege von Gječek nach Jenikiöi stehen Sandsteine an, ebenso gegen Kurudere, wo die mürben Sandsteine gelblich gefärbt sind. Gegen Aivadzik stellen sich sodann auch gelbliche Kalkmergel ein. Auch zwischen Aivadžik—Alčakdere treten plattige Kalkmergel mit den gelblichen Sandsteinen wechsellagernd auf und fallen die Schichten am SO-Ende des letzteren Dorfes mit ca. 40° und weiter östlich mit 30° gegen N. Auch plattige Flyschsandsteine mit kohligen Spuren auf den Schichtflächen treten auf. In den Mergeln finden sich zahlreiche Fucoiden, und zwar sowohl ganz zarte Formen, die ich als *Chondrites* cf. *intricatus* Br. bestimmen

möchte, während andere Stücke, die für *Chondrites Targionii* Br. var. *obuscula* Heer bezeichnete Krümmung der Ästchen aufweisen. Von Alčakdere liegt auch ein Bruchstück eines *Inoceramus* vor, der wohl keine nähere Bestimmung zulässt, aber die Altersbestimmung der betreffenden Schichten sicherstellt.

6. Bemerkungen über die Umgebung von Mesemvrija und Burgas.

Die Grundlage der 435 Schritte langen und etwa 8 Schritte breiten, bei stürmischer See stellenweise überschwemmten Halbinsel wird aus dichten, sarmatischen Kalken und Sandsteinen gebildet, über welchen im Bereiche der Stadt Thone liegen. Aus diesen Thonen liegen mir zwei Exemplare eines *Cerithium* vor, von welchen das eine, stark abgerollt, keine nähere Bestimmung zulässt, während das zweite auf das beste mit *Cerithium minutum* Serr. übereinstimmt, welches mir im Wienerbecken wohl nur aus mediterranen Ablagerungen bekannt ist, welches jedoch nach Abich auch bei Kertsch und Taman auftritt (Al. Bittner), wodurch wieder eine Übereinstimmung der jüngeren Tertiärbildungen der Krim mit den Ablagerungen am bulgarischen Ufer des schwarzen Meeres gewonnen würde.

Vom NO-Ende der Halbinsel liegt mir eine Probe vor, die ich nur als sandigen lössartigen Lehm bezeichnen könnte.

Aus SW von Mesemvrija liegt mir ein fetter krümmeliger Thon vor, der Quarz- und Oolithbröckelchen enthält. Diese Thone halten bis über Ravda hinaus an, indem auch aus dem SW dieses Dorfes gypsführender Thon vorliegt. Thon bildet also auch hier in der Gegend von Mesemvrija das Hangende der sarmatischen Bildungen (ähnlich wie in der Dobrudža). Am Meeresufer, SW von Mesemvrija gibt Skorpil folgendes Profil der horizontal liegenden Schichten:

1. Zu oberst Krume, darunter
2. verwitterter mürber Kalkstein (der auch an einer Stelle an der NO-Küste der Halbinsel auftritt).
3. Grauer Tegel.
4. Oolithischer, gelblichweisser Kalk mit Bivalven (nicht näher bestimmbar; daneben ein zierlicher *Turbo*).
5. Grauer, feinkörniger, mürber Sandstein.
6. Ein oolithischer Kalk mit Sandsteinstreifen (*Cardium plicatum* Eichw.)
7. Dünne Lage von grauem Tegel.
8. Gelblicher, feinkörniger, mürber Sandstein mit Kalkeinschlüssen.
9. Eine Bank von dichtem, etwas oolithischem Kalk (mit *Mactra, Tapes, Cardium*).
10. Feinkörniger Sandstein, dichter Kalk und mürber Sandstein. (Niveau des Meeres.)

Zwischen Mesemvrija und Ravda dehnen sich am Strande Dünen aus. Die Sande, welche aus den verwitterten sarmatischen Sandsteinen hervorgehen, enthalten auch Splitter der recenten Meeresconchylien, darunter treten am Meeresufer mürbe, lichtgelbliche, feinkörnige Oolithe auf, mit *Cardium plicatum* Eichw. (Mir liegt ein Steinkern mit 7 Rippen vor.) Sie sind zum Theil unterwaschen und verstürzt.

Ähnliche Lagerungsverhältnisse lassen sich hier an mehreren Stellen beobachten. Mir liegt aus der Umgebung von Mesemvrija *Mactra podolica* Eichw. (von Kurutarija der österreichischen Karte) aus weissem Oolith, neben einem schlanken, nach rückwärts breiter werdenden *Cardium* vor. Auch *Tapes gregaria* neben *Cardium plicatum* (mit 9 Rippen). Sehr grosse Exemplare von *Mactra podolica* in Steinkernen liegen in einer Art Grobkalk vor, der zwischen Mesemvrija und Ravda ansteht.

Zwischen Ravda-Ciflik und Cimos tauchen auch ältere Schichten auf. Mir liegt ein eigenthümliches Fossil vor: ein ziemlich grosses (ca. 3 *cm* Halbmesser) Scheibenstück, das einen Kreisausschnitt vorstellt und mit zahlreichen halbkugeligen Pusteln nicht ohne einige Regelmässigkeit besetzt ist.

Auch eine *Rostellaria* liegt mir vor, die an die eocäne *Rostellaria fissurella* Lam. (Deshayes, Taf. 83, Fig. 2) erinnert. Das Gestein ist ein gelblicher, mergeliger Sandstein von feinem Korne. Eine grosse, schön radial gefaltete *Ostrea* mit schuppigen Rippen erinnert an *Ostrea ventilabrum* Gldf. (= *O. prona* Wood, Eoc. Moll. III, 3). Auch *O. flabellula* Lam. könnte zum Vergleich herangezogen werden. Ich will dieses Fossil als

Ostrea Cinosi n. sp. bezeichnen und zur Abbildung bringen (Taf. VII, Fig. 17 *a, b*). Auch Cardien-Steinkerne liegen vor.

In der Nähe gibt Herr Skorpil auch das Auftreten von härteren Sandsteinen mit schwarzen Körnchen an, und führt das Vorkommen von augitischen Bruchstücken an. Mir liegt ein Stück eines quarz- und augitführenden Sandsteines mit kalkigem späthigen Bindemittel von diesem Fundorte vor, eine Art junger Arkose. Auch am Vajakiöi-See (Lidža Osera) nördlich von Burgas stehen sicher sarmatische Bildungen an. Mir liegt von dort (SW von Hodžamar) ein Probestück vor mit Steinkernen von *Mactra* (?) und einer Gastropodenschale, welche zierliche dornige Spirallinien besitzt, eine nähere Bestimmung jedoch nicht zulässt. (Wohl eine *Melania* sp.) Auch hier sollen nach Skorpil cocäne Bildungen auftreten. In der That liegen mit der Ortsbezeichnung Vajakiöi-See einige Abdrücke von reichverzierten Cerithien vor, von welchen das eine an *Cerithium semicoronatum* (das andere an *C. bicarinatum* Lam. und *C. calcitrapoides* Lam. (aus dem Grobkalke) erinnern. Ein Exemplar mit vier ungleich starken Knotenreihen steht wohl dem *Cerithium serratum* Lam. nahe.

Mit der Bezeichnung „Atlimangolf, südlich von Burgas, nördlich von der Grenze" liegt mir ein Probestück eines weissen mürben Kalkes vor, der *Cypricardia*-ähnliche Schalen umschliesst. (Erinnert mich an den Tschokrak-Kalk.)

Zwischen Podos und Čengene Skele (Činganeskele) am Golf von Burgas treten nach Skorpil Eruptivgesteine und Conglomerate mit eruptiven Einschlüssen auf (auch Tuffe). Eines der mir vorliegenden Stücke ist als ein Kalksandstein mit Eruptivmaterial (Augitbruchstücke) zu bezeichnen, und enthält einen kleinen Nummuliten und einen Bivalvensteinkern. Ein anderes Stück enthält einen *Lucina*-Steinkern. Nach seinen Aufzeichnungen sollen hier auch Kalkmergel der „Flyschfacies" auftreten, aber auch Eocänschichten wie SW von Hodžamar. Von sicher sarmatischen Bildungen liegt mir vom Golf von Burgas nichts vor.

Zusammenfassende Übersicht über die im östlichen Balkan auftretenden Formationen.

(Die in Klammern beigesetzten Nummern bezeichnen die betreffenden Abschnitte der Abhandlung.

1. Quarternär. Im nördlichen Balkanvorlande treten über den wenig gestörten Kreideschichten vielfach Lössablagerungen auf. Im Löss von Rasgrad wurden Reste von *Elephas* und *Bos* gefunden. Im Balkangebiete selbst vielfach mächtige, alte Alluvionen und Terrassendiluvium, vor Allem in den breiteren Thälern des Akili- und Deli-Kamčik und in seinen oberen Zuflüssen, aber auch im Becken des Camdere. Grosse Ausdehnung und Mächtigkeit erlangen quarternäre Ablagerungen in der weiten Ebene am Südfusse des Balkan. Hervorgehoben zu werden verdienen vielleicht die Gerölle von Eruptivgesteinen (Diorit, Porphyrit) von Čatak, die Granitgeschiebe im Flussbette NO von Kotunica (Gradec NW) und die losen Granitblöcke im Gebiete des Camdere. Dieselben erinnern an ähnliche Vorkommnisse im Westen (Belno Vrh, Gaikovci). Die Herstammung derselben ist fraglich. Zum Theil mögen sie unmittelbar auf die Nähe granitischen oder eruptiven Grundgebirges schliessen lassen, das ja im Osten (auch schon im Osten des centralen Balkan) nur hie und da in Aufbrüchen von beschränkter Ausdehnung zu Tage tritt (so im Camdere-Gebiete), zum andern Theile aber könnten sie auch auf tertiärer Lagerstätte sich befinden und auf die in verschiedenalterigen Conglomeraten vorkommenden Rollsteine massiger Natur zurückzuführen sein, wobei einerseits auf das Vorkommen granitischer Einschlüsse in den (Kreide-?) Sandsteinen beim Aufstiege zum Kalabak-Balkan (1. Passage), andererseits auf solche in dem Alter nach nicht sicher bestimmten Conglomeraten mit Granit- und Augit-Andesit-Einschlüssen am Südhange des Calikavak-Kammes hingewiesen werden möge. Diluvial mag auch das Vorkommen von *Mytilus*-Sandnestern unter der Humusdecke am Wege nach Galata bei Varna sein.

Als Bildungen jungen Alters aus älterem Gesteine mögen auch die Erosionsfelsformen angeführt werden: der Steinwald („Tikilitasch") bei Varna-Ailadin, die Figurensteine (Talimtasch) auf der Passhöhe des Kotel-Balkan u. s. w.

2. Jüngeres Tertiär. Belvedere-Schotter ähnliche Ablagerungen bei Lidža (Aitos SO) und südlich von Varna.

Sarmatische Bildungen treten in weitaus geringerer Ausdehnung, als früher angenommen wurde, bei Varna auf. Viel ausgedehnter mögen sie dagegen bei Balčik sein, von wo Zlatarski schöne, grosse Exemplare von *Mactra podolica* brachte. Aus Skorpil's Aufzeichnungen geht hervor, dass sie auch bei Monastirkiöi und Emine, sowie in der Umgebung von Misivri, aber wenig entwickelt auftraten. (9., Anhang.)

Spaniodon-Schichten. Im Süden von Varna, besonders am Wege nach Galata unter den sarmatischen Bildungen und an der Hauptstrasse nach Burgas, hier neben *Helix* cf. *Duboisii* mit Bithynien und Rissoen. (7. u. 8.)

Marine Schichten von Varna. *a)* Oolith mit kleinen Gastropoden, *Cerithium* cf. *scabrum*, *Chemnitzia*, Rissoen u. s. w. *b)* Kalke mit *Pecten* cf. *Eichwaldi*, *Chama* aff. *austriaca* (Äquivalente des Tschokrakkalkes der Krim?) bei der Stadt, sowie bei Pašadere an der Hauptstrasse nach Süden anstehend. *c)* Mergel mit *Lucina Dujardinii*, *Tellina*, *Nucula*, *Pecten*, *Dentalium* (Äquivalente der Tüfferer Mergel?).

Fragliches älteres Tertiär bei Stara Orehova, südlich von Varna. Aus Skorpil's Sammlung liegen vor: Schichten mit *Cerithium* cf. *minutum* bei Misivri. Ablagerungen von Čimos (bei Misivri) mit *Rostellaria*, *Ostrea Čimosi* n. sp.; von Hodžamar mit verzierten Cerithien (und Kohlenschmitzen) (9.). (Vielleicht schon Ober-Eocän?). Skorpil gibt in unserem Gebiete auch ein Vorkommen von Blattresten an, zwischen Kavakli und Monastirkiöi (Emine-Balkan-Südfuss). Ober-Eocän (Oligocän) mag auch die Riffacies mit Korallen (*Stylophora*), Nummuliten und Lithothamnien sein, welche im Čamdere-Gebiet bei Örenžik ansteht. (3.) Endlich sei hier auch eines Skorpil'schen Fundstückes gedacht, welches die Bezeichnung „bei Kazanlak" trägt. Es ist ein bräunlicher, feinkörniger, mürber, schieferiger Sandstein mit einem Blattrest, und zwar ist nur ein Theil der Spreite erhalten, welche mit ihren abwechselnden, spitzwinkelig abstrahlenden Seitennerven an *Ostrya* oder *Fagus* erinnert.

3. Älteres Tertiär. Zu dem Nummulitenvorkommen von Tirnova (Centraler Balkan, S. 7) gesellen sich nun eine ganze Reihe von sicheren Nummulitenlocalitäten, so im Selidze-Thal bei Sliven (mit Nummuliten, Orbitoiden, vielen Austern, Cyrenen u. s. w.), im Thale von Sotira (mit Nummuliten, *Strombus Tournoueri*, *Voluta*, *Cassidaria*, *Turritella*, *Cerithium diaboli* Brongn. u. s. w. Aquivalente der Ronca-Schichten oder des oberen Grobkalkes. (1.)

Nummulitenschichten von Biela selo mit Nummuliten und Pectines und von Kermendzi Čiflik (Skorpil's Aufsammlung [4.]) mit Korallen *(Isastraea)* und einem *Lamna*-Zähnchen *(Lamna contortidens)*.

Auch bei Iserli (Sliven O) fanden sich Nummulitensandsteine. (5.)

Ob die Kalke mit *Fimbria (Corbis)*, *Lucina*, *Turritella* u. s. w. von Aivadžik (südlich von Varna) dem Eocän zuzurechnen sind, ist wohl nicht ganz sicher. Ein reichlicheres Material hat Herr Skorpil von Kermetlik (NNO von Karnabat im Balkangebiete) zur Untersuchung übergeben. Es sind Cyrenenmergel mit vielen wohlerhaltenen Cyrenen (*Cyrena* cf. *intermedia*, cf. *semistriata*, *Mytilus Kermetliki*, *Ampullaria Vulcani*, *Ampullaria* cf. *ponderosa*, *Melania lactea*, *Cerithium hexagonum*, *Cer. baccatum* u. s. w. [9.]) Auch hier sind die bezeichnenden, sicher bestimmbaren Formen Grobkalkarten, nur die grossen Cyrenen nähern sich oligocänen Formen.

Endlich sind auch Nummulitenschichten bei Gječek im Emine-Balkan nachgewiesen, und zwar mit Assilinen, Orbitoiden und mit *Serpula spirulaea*, und auch am Golf von Burgas (bei Cengene Skele) hat Skorpil Tuffe mit kleinen Nummuliten angetroffen. (9.)

Der Nachweis der vielen Nummulitenfundstellen im östlichen Balkan und im südlich davon gelegenen Gebiete ist das Verdienst des Herrn Hermenegild Skorpil in Sofia. Die erste Mittheilung über das Vorkommen von Nummulitenkalken in der Gegend von Burgas findet sich in v. Hochstetter's Arbeit (Jahrb. d. k.k. geol. R.-A. 1870, S. 396). Er fand in einer Mauer des Tschiftliks von Dschan Kardasch neben Blöcken von Augitporphyr auch gelbliche Mergelkalke, „die voll von Nummuliten stecken".

Aus dem eocänen Sandstein, der im Westen von Varna bei Ailadin und Gebedže auftritt, habe ich von der ersteren Localität neben einer Reihe von Nummuliten (*N. planulatus* d'Orb., *intermedius* d'Arch., *N. [Assilina] exponens* Sow., *vasca* Jolg. u. L., *spira* de Roissy auch, und zwar in den unteren Lagen massenhaft, Alveolinen gesammelt. (*Alveolina longa* Cz. var.)

Dem Eocän ist aller Wahrscheinlichkeit nach auch das balkanische Kohlenvorkommen am Mandralyk, nördlich von Biela Česli zuzuschreiben, sowie die von Herrn Sanner in diesem Gebiete gesammelten Fossilien, worunter sich vor Allem viele Cyrenen befinden. (*Cyrena Sanneri* und andere.) (3.)

Von Wichtigkeit ist auch das Auffinden von Nummuliten in den Sandsteinen zwischen Gabrova und Trevna in jener Zone von Sandsteinen, Mergelschiefern u. s. w., deren genauere Altersbestimmung ich offen lassen musste. Es steht zu hoffen, dass auch die Balkansandsteine nicht sicher bestimmten Alters, wobei man noch so vielfach wie bei den Wiener- und Karpathensandsteinen zwischen unterer Kreide und Oligocän schwankt, durch weitere glückliche Funde bei detaillirteren geologischen Aufnahmen eine genauere Horizontirung erfahren werden.

Die im Ost-Balkan fast allein herrschenden Flyschgesteine werden sicherlich zum grossen Theile dem Eocän und zum Theil vielleicht auch dem Oligocän zuzustellen sein, während andere Theile eben so sicher der Kreide zuzurechnen sein werden. Anhaltspunkte zu geben, ist auch für die ost-balkanischen Flyschformationen sehr schwer. Nur Nummuliten- oder Inoceramen-Funde werden Sicherheit gewähren.

Zu den ihrem Alter nach fraglichen Gesteinen der Flyschfacies gehören: die meist gelbbräunlichen, mürben Sandsteine und Mergel von Osmanbazar bis Čatak, und weiterhin auch südlich von Kotel. Die Flyschsandsteine im Čamdere-Gebiete, sowie jenseits der Kammhöhe bei Starareka. (4.)

Auch zwischen Mokreni, Isupli und Vrbica stehen ähnliche Gesteine an. (5.)

Gelbe Sandsteine wie bei Osmanbazar auch vor Dobral. (5.)

Schöne Hieroglyphen finden sich in gelben Sandsteinen am Südhange des Emine-Balkan oberhalb Keteler (7.) mit *Zoophycos* und *Palaeodictyon* in neuen Formen. Auch in dem ganzen weiten Gebiete südlich vom unteren Kamčik („Kamčik-Balkan") treten vielfach ganz ähnliche Gesteine auf.

Fucoidenmergel treten auf bei Bugurdži, Čerkesli, vor Dobral gegen Kamčimahale (5.), vor Keteler (7.), und bei Emine, Gječek und zwischen Aivadžik und Alčakdere. Die Verhältnisse liegen hier im Osten ganz ähnlich wie etwa im Kahlengebirge. (9.) Es kommen nämlich bei Alcakdere neben den Fucoiden (*Chondrites* cf. *intricatus* Br. und *Ch. Targionii* Br. var. *obuscula* Heer) Inoceramen vor.

4. Die Kreide tritt auch im Ost-Balkan in grosser Verschiedenheit auf. Vorerst soll jene mit Flyschfacies im Anschluss an das soeben Gesagte Erwähnung finden. Vor Allem ist in dieser Beziehung das Vorkommen von flyschartigen Gesteinen unterhalb Bairamdere anzuführen mit *Costidiscus (?)* sp. (5.), sodann jenes von gelben Sandsteinen mit *Acanthoceras* vor Tikenlik (8), sowie das Vorkommen von Tuffsandsteinen nördlich von Aitos mit Inoceramenbruchstücken neben *Chondrites* und mit Augitit-Mandelsteinen. Dieses Vorkommen ist von einiger Wichtigkeit für die Frage nach dem Beginne der Durchbrüche der Augit-Andesite. Inoceramenschiefer fand Skorpil zwischen Aitos und Misivri bei Kipildžik. 9.) Das Vorkommen bei Alčakdere ist schon oben erwähnt worden. Ein Vorkommen von obercretacischem Inoceramenmergel mit einem *Schizaster* sp., ein Vorkommen, das an jenes von Čeperani im centralen Balkan erinnert, befindet sich zwischen Bela und Sliven. (3).

Ausser dieser Entwicklung der oberen Kreide finden wir diese auch mit echt nordeuropäischem Charakter entwickelt, ganz ähnlich, wie es von Zlatarski am unteren Vid bei Komarevo nachgewiesen wurde, wo sich sogar die Vertreter des Ober-Senon und der dänischen Stufe (*Hemipneustes striato-radiatus* d'Orb.) fanden. Bei Šumla, in dem Plateau westlich von der Stadt, liegt zu oberst das Ober-Senon mit Feuersteinen, die Hauptmasse bildend und reich an Fossilien: *Galerites* sp., *Ananchites ovatus*, Bryozoen, *Terebratula bulgarica* n. sp. (aff. *Tr. biplicata* Sow.), *Terebratula semiglobosa* Sow., *Rhynchonella plicatilis* Sow., *Rhynchonella alata* Quenst., *Rh. naciformis* Sow., *Terebratulina chrysalis* Schl., *Ostrea vesicularis* Lam., *Vola quadricostata* Sow., *Lima* cf. *pseudocardium* Rss., *Lima decussata* M., *Inoceramus Cripsi* Mant. u. s. w. Darunter folgt ein

feinkörniger Sandstein mit *Ostrea* cf. *haliotoides* Sow., *Ceriopora* sp., *Rhynchonella* cf. *plicatilis*. Rein weisse Sandsteine mit *Trigonia* cf. *scabra* Lam., *Rhynchonella sulcata* Park. folgen, und zu unterst liegen Bänke eines festen, etwas glaukonitischen Sandsteines. Es ist also nur obere Kreide, Ober-Senon bis Ober-Turon entwickelt.

Ein zweites Vorkommen von Senon findet sich in der Enge unterhalb Prača (8.), wo eigenthümliche, plänerartige Kalke mit hochgewundenen riesigen Gastropoden und besonders dickschaligen Terebrateln (*Terebratula bulgarica* n. sp.) auftreten, über sandigen Kalken mit Orbitoiden, *Ostrea vesicularis* Lam., *Spatangus* cf. *ananchytis*, *Rhynchonella octoplicata* Sow. u. s. w. und über Grünsandstein mit *Janira quinquecostata*.

Obere Kreide (Senon) tritt auch bei Provadia auf (8.), wo sich *Ostrea vesicularis*, Ananchyten, Pectines und Exogyren finden. In etwas glaukonitischen, sandigen Mergeln finden sich auch Bryozoen.

Ob die hornsteinführenden Kalke des Südhanges des Kalabak-Balkan (1.) mit aufgeblähten Schalen (*Ostrea vesicularis [?]*) zur oberen Kreide zu stellen seien, bleibt fraglich, bis bessere Exemplare der fraglichen *Ostrea* vorliegen werden.

Dem Cenoman (wohl als Ober-Cenoman zu bezeichnen) entsprechen die Kalksandsteine von Madara (Šumla Ost) mit *Cidaris* aff. *subvesiculosus*, *Cid. Sorigneti*, *Serpula* aff. *gordialis*, *Ostrea* cf. *diluviana*, *Ost. haliotoides*, *sigmoidea* und *lateralis*, *Spondylus* cf. *histrix*, *Sp.* cf. *latus*, *Pecten* cf. *membranaceus*, *P. virgatus*, *Lima Madarana* n. sp., *Lima* n. sp. (6.)

Weisse Kalke und weisse Sandsteine, die gleichfalls noch zur oberen Kreide zu rechnen wären (Äquivalente des Unter-Cenoman), treten zwischen Tikenlik und Prača auf (8.) mit *Terebratula biplicata* und *depressa* und mit *Catopygus carinatus* Gldf.

Auch beim Anstieg zum Čalikavak-Pass kommt man über weissen Nucleoliten-Kalk. (5.)

Dem Cenoman entsprechen die Orbitolinenschichten mit grossen Orbitolinen von Kasan (Kotel 1.), die schon erwähnten Sandsteine mit *Acanthoceras* aff. *Mantelli* Sow. von Tikenlik, die mit Orbitolinen-Kalksandsteinen in naher Verbindung zu stehen scheinen. (Übergang von Tikenlik nach Prača. [8.])

Vor Allem dürfte auch das so reichhaltige Vorkommen von Korallen nach den mitvorkommenden von nach G. Steinmann in Freiburg für Parkerien erklärten Hydrozoen dem Cenoman zuzurechnen sein. Auch die anderen mitvorkommenden Fossilien sprechen nicht gegen diese Annahme. Ausser den vielgestaltigen Parkerien finden sich: *Montlivaultia* sp., *Trochosmilia* sp., *Thecosmilia Koteli* n. sp., *Heliastraea Kasanensis* n. sp., *Heliocoenia (Stylina) balcanensis* n. sp., *Columnastraea* 4 sp. *Aphragmastraea (?) Buriani* n. sp., *Astrocoenia* cf. *formosissima* Mich., *Isastraea* aff. *Trigeri*, *Stephanocoenia* n. sp., *Latimaeandra Koteli* n. f., *Lat. robusta* n. f., *Latimaeandra* sp., *Latimaeandra* (?) n. sp., *Synastraea concava* n. sp., *Centrastraea elegans* n. sp., *Centrastraea* (*Astraeomorpha* Rss.) *Koteli* n. sp., *Thamnastraea (?) minuta*, *Entrochus insignis* n. sp., *Ceriopora (Reptomulticava) spongiformis* n. sp., *Serpula* sp., *Thecidea* sp., *Ceriopora (Reptomulticava)* cf. *micropora* d'Orb., *Cardium* sp. (n. sp.?), *Gervillia* (?) sp. (n. sp.?), *Avicula* (?) sp. ind., *Ostrea* sp. (2. *b*)

Die untere Kreide dürfte gleichfalls in zweierlei Entwicklung vorhanden sein, in einer Flyschfacies (mit Hieroglyphen) und in besser durchführbarer Gliederung in der Form von mergeligen Kalken und schieferigen Kalkmergeln.

Die Barrême-Stufe ist in dem fossilienreichen Vorkommen von Rasgrad (2. *a*) auf das beste vertreten, und zwar in einer Ausbildungsform, welche sich jener der typischen Barrême-Localitäten im alpinen Theile Südfrankreichs bestimmt annähert: es sind lichte mergelige und zum Theil wohlgeschichtete Kalke mit (nach Dr. Uhlig's Bestimmung): *Desmoceras difficile* Orb., *Desm.* cf. *Boutini* Math., *Desm. Tachthalie* Ttze., *Holcodiscus* cf. *Perezianus* Orb. sp., *Holc.* cf. *Gastaldinus* Orb., *Holc.* n. sp. aff. *Gastaldinus* Orb., *Aspidoceras Percevali* Uhl., *Crioceras Tarabellii* Ast., *Crioc. dissimile* Orb., *Ancyloceras Rasgradi* n. sp., *Crioceras Suessi* n. sp. und zwei weitere neue Arten von *Crioceras*; *Heteroceras Astieri* Orb., — durchaus echte Barrême-Formen!

Ausserdem liegen mir von Rasgrad vor: Ein gutes Exemplar von *Holcodiscus incertus* d'Orb. („typisches Exemplar"), das ich in Šumla erhielt, mit der Fundortangabe Rasgrad, eine mittelneocome Form und ferner

zwei Stücke: *Crioceras* n. sp. aff. *Hoplites curvinodus* Phill. und *Hopl. oxygonius* Neum. u. Uhl., beide von Dr. Uhlig als Hils Typen bezeichnet. Diese Stücke lassen erkennen, dass in Rasgrad auch die tieferen Glieder des Neocom entwickelt sein dürften. Auch Gastropoden und Pelecypoden liegen in ziemlich grosser Anzahl vor. (Man vergl. die Tabelle S. 21 [341].

Die Hauterive-Stufe (Mittel-Neocom nach Uhlig) fand ich auf dem Wege von Šumla zur Einsenbahnstation ganz gut aufgeschlossen. Mir liegen vor: *Holcodiscus Astierianus* Orb. und zwei damit verwandte Formen: *Crioceras Duvali* Lév., „ein kleines, ziemlich gut erhaltenes typisches Stück". Ausserdem *Belemnites* cf. *subfusiformis* Rsp. *Haploceras (Desmoceras) Grasianum* Orb. Aus den Steinbrüchen von Makak bei Šumla liegt mir ein *Nautilus pseudoelegans* Orb. vor. (6.)

Beim Anstiege vor Ailadin (zwischen Rasgrad und Eski Džuma) wurde *Crioceras* aff. *Villiersianum* Orb. sp. (1.) gesammelt, neben Hahnenschwanzalgen.

Aus den Aufschlüssen im Derbent-Balkan südlich vom Osmanbazar liegen vor, und zwar aus der Schlucht von Stradice: *Haploceras (Desmoceras) Grasianum* Orb. sp. (mit *Aptychus*), *Hoplites* aff. *cryptoceras* Orb. sp., *Holcostephanus Astierianum* Orb. sp., *Hopl.* cf. *pexiptychus* Uhl. (recht nahe verwandt, aber ohne Knötchen auf den Flanken), *Lytoceras* sp., *Crioceras Duvali* Lév., *Aptychus Didayi* Coq. Aus der Enge an der Hauptstrasse (beim Wasserfall): *Hoplites cryptoceras* und *Haploceras (Desmoceras) Grasianum* Orb. sp. und nahebei (beim 49. Kilometer): *Hoplites* sp. den *Berrias*-Typen, z. B. *H. Malbosi* ähnlich. — Also durchwegs unter- bis mittelneocome Formen. (1.)

5. Die Jura-Formation, deren sporadisches Auftreten schon im centralen Balkan in Gegensatz gebracht werden musste zu den viel zusammenhängenderen Vorkommnissen im westlichen Balkan, tritt im Ostbalkan noch mehr zurück, und ist hier auf wenige ganz isolirt scheinende Aufbrüche beschränkt. Der eine derselben befindet sich im Süden von Eski Džuma, im westlichen Preslav-Balkan (1.), wo eine ganz ähnliche Ober-Lias-Dogger-Entwicklung angedeutet ist, wie ich sie im centralen und auch im westlichen Balkan so vielfach angetroffen habe.

Ein zweiter Lias-Jura-Aufbruch konnte bei Kotel (Kasan) constatirt werden (1.), wenngleich eine Feststellung der Schichtfolge nicht einmal andeutungsweise zu machen war. Pentacrinitenkalk (*Pentacrinites basaltiformis nudus* Quenst. aus dem Lias δ ist am ähnlichsten) tritt auf mit Belemniten, die zum Theil auf Dogger, zum Theil auf Lias weisen könnten. Es fanden sich Stücke, die auf *Belemnites tripartitus* Schl. bezogen werden könnten. Da aber daneben auch Stücke sich finden, die auf *Belemnites canaliculatus* Schl. hinweisen, so wird die sichere Horizontbestimmung dermalen unmöglich, umsomehr als auch Bruchstücke grosser Formen angetroffen wurden von elliptischem Querschnitte, die auf *Belemnites giganteus* Schl. schliessen lassen. (Ein Bruchstück von *Belemnites bipartitus* Blainv. findet sich in dem Gemengsel dieses Aufbruches und zeigt denselben Erhaltungszustand wie die oben erwähnten Entrochiten von Kotel, welche daher ein älteres Glied der Kreide andeuten würden, unter den Korallenmergeln (Cenoman?) und über dem Jura liegend.)

Ein dritter Aufbruch (5.) liegt im Karnabat-Balkan (Čalikavak-Pass), wo in dunklen Schiefern Mergelconcretionen sich finden, die an die Brachiopodenkalke des Teteven- und Trojan-Balkan erinnern. Es fanden sich: *Spirifer verrucosus* Buch, *Spir. Walcotti* Sow., *Spir.* cf. *Haueri* Suess, *Terebratula cornuta* Sow., *Rhynchonella* cf. *variabilis* Ziet., *Ostrea rugata* Quenst., *Belemnites* sp. ind., *Pentacrinites* sp. ind.

6. Die Trias-Formation, im centralen Balkan noch an mehreren Stellen mit Sicherheit nachgewiesen, tritt im Ostbalkan eigentlich gar nicht mehr zu Tage, denn die Vorkommnisse, die auf meiner letzten Reise angetroffen wurden, liegen eigentlich noch im östlichen Theile des centralen Balkan, im Balkan von Sliven und seinen südlichen Vorlagen. Es sind:

1. Das Vorkommen von grauen, dolomitischen Kalken bei Binkos am rechten Ufer der Tundža und am Camdere, nördlich davon, welche letztere von Quarziten unterlagert werden. (2.) Man hat es dabei offenbar mit einer Fortsetzung der im Bair Dagh und SO von Tvardica vorkommenden Kalke zu thun.

2. Am Wege nach der Kohle am Mandralyk kommt man über Granit, der flankirt wird von Sandsteinen mit Flyschcharakter und auch hier begleitet ist von grauem Quarzit (2.): eine sehr verschmälerte Fortsetzung des Zuges, den ich sowohl bei Selci, Celinskirad als auch nördlich von Tvardica angetroffen habe.

3. Südlich von der Kammhöhe des Demir kapu-Passes (4.), zusammen mit Quarzit, die Fortsetzung des Vorkommens im Camdere und

4. die grauen dolomitischen Kalke der Catalkaja nördlich von Sliven, über dyadotriadischen (?) grünlichen glimmerigen Schiefern. (1.)

Fossilien habe ich an keiner Stelle angetroffen. Auch Herr Skorpil gibt mir nur an, dass an einer Stelle zwischen Sliven und Kermendži Ciftlik Fossilien vorkommen sollen, und dass er bei Doksa im Tvardica-Balkan, im Gebiete der von mir vorhin genannten Triaszone meiner Karte des centralen Balkan, in einem „bröckeligen Mergelschiefer", der mit Kalken wechsellagert, Fossilien gesehen habe, die er jedoch der Unhaltbarkeit des brüchigen Gesteines wegen nicht habe sammeln können. Nach seinen Angaben dürften es eine kleine *Waldheimia*, ein *Pecten* (gestreift) und kleine Entrochiten gewesen sein, wodurch meine betreffenden Angaben (z. B. centraler Balkan, S. 13 u. 60) eine Ergänzung finden, da ich dort keine Brachiopoden angetroffen habe.

Ältere Sedimente sind mir im Ostbalkan nicht bekannt geworden.

7. Von Krystallinischen Massengesteinen ist vorerst das Vorkommen von vollkrystallinischen Gesteinen von granitischer Structur zu erwähnen. Granit wurde von mir anstehend nur beim Anstieg zum Mandralyk (2) in der Form einer breit- und flachkuppigen kleinen Masse angetroffen, welche nicht in die östliche Fortsetzung des Granitzuges Kazanlik-Tvardica fällt, sondern nördlich davon liegt, ähnlich so wie ich auf meiner wiederholt citirten Karte die Masse von Ošdrom und jene nördlich der „Stramnica" (d. österr. Karte) eingezeichnet habe. Der grosse Granitzug, welcher von Kazanlik über Tvardica hinaus verläuft, muss bald auskeilen, da ich ihn im Camdere nicht mehr anstehend angetroffen habe. Auch der zweite Flügel, der südlich von der Tundža am Nordrand des Karadža Dagh verläuft und nach Westen bis in die eigentliche Sredna gora hinzieht, reicht ostwärts nicht bis Binkos. Im Ostbalkan treten Granite nirgends zu Tage, wenngleich die oben erwähnten Granitfindlinge und Granitrollsteine in älteren Conglomeraten auf die Existenz granitischer Kerne auch im Osten schliessen lassen.

Skorpil sandte mir vollkrystallinisch aussehende Gesteine von Aivadžik (zwischen der Aitos-Provadia und der Karnabat-Šumla-Strasse) und von Sapadža (nördlich von Aitos), wie Aivadžik inmitten des Gebirges gelegen. Das Gesteinsstück von Aivadžik ergab sich als ein Quarz-Augit-Diorit, jenes von Sapadža als ein Hornblende-Andesit. Ein Diorit-Findling liegt auch unter den von mir vor Čatak (1) gesammelten Eruptivgesteinsrollstücken vor.

Porphyre. Quarz-Porphyr und Quarz-Porphyrbreccien setzen das Gebirge in NO von Sliven zusammen, das sich von der Gegend von Sotira bis gegen die Balgorka erstreckt. Ausserdem tritt auch Mikrogranit daselbst auf. Einen Quarz-Porphyr-Findling mit fleischrothem Feldspath fand ich am Wege nach Aivadžik (Ort südlich von Varna!). (7). Porphyrite liegen mir unter den Findlingen von Čatak (1) vor. Trachyt fand ich nur als Baustein bei Jenikiöi in Verwendung, und zwar Quarztrachyt (5).

In dem grossen Eruptivgebirge südlich vom Emine-Aitos-Balkan treten auch Trachyte, aber untergeordnet neben den Andesiten auf. So ein Biotit-Trachyt, ein echter „eigentlicher Trachyt" bei Dautli und ein phonolitischer Trachyt gangförmig in Tuffen zwischen Lidža und Aitos.

Die Hauptrolle in dem erwähnten Eruptivgebirge am Südfusse des Ostbalkan spielen die Andesite (Mein Assistent Herr A. Rosiwal hat mit gewohnter Gründlichkeit vorläufige Untersuchungen der von mir gesammelten Massengesteine vorgenommen.) Die Gesteine von Karakaja (Misivri WNW) sind durchwegs Augit-Andesite, die daselbst in mehreren Varietäten auftreten. Auch solche mit Zeolithmandeln finden sich. Auch von Dautli (SSW von Karakaja) liegen Augit-Andesite vor, neben Augit-Andesit-Mandelsteinen und Nephelin-Tephrit (basaltoider Typus), ebenso gehört das vor Eskipasli auftretende Gestein in die Reihe der Augit-Andesite. Eines der Fundstücke enthält kugelige Quarz-Mandeln.

Augit-Andesite treten dann auch zwischen Lidža und Aitos auf. In Mandelräumen und in eigenthümlichen parallelen Zügen tritt Laumontit auf. Auf dieser Strecke spielen auch Andesit-Tuffe eine wichtigere Rolle, die zum Theil sehr reich an Analcim sind.

Ein Augitit-Mandelstein bildet Gänge im andesitischen Tuffe N von Aitos, der hier Inoceramenbruchstücke enthält und damit erkennen lässt, dass die Andesit-Durchbrüche schon in der Zeit der Ablagerung der Inoceramenkreide erfolgten. (8.) Das Vorkommen von Eruptiv-Tuffen mit Nummuliten, wie sie Skorpil aus dem Emine-Balkan (bei Gjecek) und am Golf von Burgas (9) anführt, lässt weiters erkennen, dass die Durchbrüche auch während des Eocän fortdauerten.

Zu den Augit-Andesiten gehört auch das Durchbruchgestein von Burgudži (5) östlich von Sliven. Hier wurde von mir aber auch ein Krystall-Tuff gesammelt, der nach A. Rosiwal mit dem von mir in der östlichen Srednagora bei Čirkova gesammelten Gesteinen dieser Art in naher Übereinstimmung steht und Splitter von Hornblende- und Biotit-Andesit enthält. (5.)

Inhalt.

Seite

Einleitung 323

1. Von Rušćuk nach Sliven. (Erste Balkan-Passage 324

Diceratenkalke an der Donau. Kalkschichten mit Trigonien und Nerineen. Die Barreme-Schichten von Rasgrad. - Diluvium mit *Elephas* und *Bos*. - Mergelige Kreidekalke. - Neocommergel mit *Hoplites cryptoceras*, *Haploceras Grasianum*, *Crioceras Duvali* etc. des Deibent-Balkan. — Aufbruch von Lias-Jura. Flyschsandsteine und mürbe Mergel bis Osmanbazar und Čatak. — Eruptivgesteinsrollstücke (Diorit, Augitporphyrit Mandelsteine, Porphyrit) vor Čatak. - Die Sandsteine und Conglomerate mit Granitrollsteineinschlüssen beim Aufstieg zum Kalabak-Balkan. Weisse, feinkörnige Sandsteine der Passhöhe (Talimtasch . hornsteinführende Kalke mit grossen Schalen *(Ostrea vesicularis?)*.

Die Orbitolinen-Schichten von Kasan (Kotel). — Die korallenführenden Schichten von Kasan (Kotel) mit *Parkeria (?)*. — Ein zweiter Lias-Jura-Aufbruch.

Die glimmerigen flyschartigen Sandsteine und dichten Kalkmergel südlich von Kotel bis Gradec und Ičera, ähnlich wie bei Čatak. Die höchsten Höhen der Catalkaja (Sliven NO) bestehen aus dolomitischen Kalken (Trias?), die über dem Quarzporphyr und Porphyrbreccien lagern.

Ausflug in das Thal des Sedlidže Dere. — Kalkmergel (Kreide) und darüber Sandsteine und Mergel mit eocänen Fossilien (auch Nummuliten und Orbitoiden). — Das Eocän im Thale von Sotira am Südfusse des Porphyrgebirges (*Strombus Tournouëri*, *Voluta*, *Cassidaria* etc. — Äquivalente der Ronca-Schichten), Angaben Skorpil's über die Route Kotel—Kipilovo. — Granitgeschiebe im Flussbette NO von Katunica (Gradec NW), v. Hochstetter und Boué.

2 *a*. Die Fauna der unteren Kreide von Rasgrad 336

2 *b*. Die Fauna der korallenführenden Schichten von Kasan (Kotel) 341

3. Von Sliven über Binkos zur Kohle am Mandralyk; von Biela Češli über den Zuvanči-Mesari-Pass nach Kečidere. (Zweite Balkan-Passage.) 348

Die mergeligen Sandsteine und sandigen Mergel (Kreide) im SW von Sliven. — Die dunklen, weissaderigen Kalke von Binkos (Trias?). — Quarzsandsteine und Quarzite von dolomitischen Kalken überlagert in der Čamdere-Enge. — Nach der Thalweitung der Bela reka wieder Quarzit steil aufgerichtet und gefaltet, eine unpassirbare Schlucht bildend. — Die Flyschformation, Mergelschiefer und mürbe Sandsteine. — Ein Kohlenschmitzchen. — Lose Granitblöcke (Findlinge). — *Schizaster* sp., Inoceramenmergel zwischen Bela und Sliven. — Parallele mit dem Profil von Čeperani (Centraler Balkan, S. 27). — Sakijar—Örendžik—Jenikiöi: Conglomerate, mürbe Sandsteine unter mächtigen Lehmmassen. Korallenführende Strandriff-Facies des Eocän (Oligocän?) mit Lithothamnien.

Auf dem Wege zur Kohle am Mandralyk Flyschgesteine über einer Granitkuppe, die von Quarziten und dolomitischem Kalk (Trias?) begleitet wird. (Die älteren Gesteine bilden einen Aufbruch.) — Die Kohle mit

Seite

Pflanzenspuren und Bivalven-Mergeln Eocän. — Nachträgliche Bemerkungen über die von Sanner gesammelten Fossilien.

Von Biela Česli nach Kečidere: Quarzite, dünnplattige sandige Schiefer und graue Kalke und Kalkschiefer, sowie flyschartige Gesteine in grösserer Ausdehnung. Vor Kecidere Radiolitenkalk, nur vorübergehend aus den Flyschgesteinen auftauchend.

4. Von Stara Rieka über Demir Kapu nach Sliven zurück. (Dritte Balkan-Passage.) 353

Sandsteine, Conglomerate und schieferige Kalkmergel, anstehend bis an die Wasserscheide. — Findlinge von Radiolitenkalken mit Orbitolinen (wie jene von Kečidere). — Gegen Bielo selo hinab Kalkbreccien mit Crinoiden, Conglomerat und sandige Kalke. — Sodann durch Quarzit und dolomitischen Kalk (Äquivalente der Bildungen nördlich von Binkos: Aufbruch der Trias?). — Eocän von Bielo selo in Kermendži Čiftlik. — Beginn der plattigen, sandigen Kalkmergel. — Der dunkle Quarzit des Predal.

5. Von Sliven über Burgudži, Kurudči, Sungurlar nach Komarevo und über Kamčik mahala, den Dobral-(Čalikavak-)Pass und Bairamdere nach Šumla. (Vierte Balkan-Passage.) 355

Das Eocän mit Nummuliten von Iserli (Sliven O). — Durchbrüche von Augit-Andesit. Krystalltuff. — Flyschartige Gesteine bei Burgudži. — Conglomerate mit Granit- und Porphyreinschlüssen und Fucoiden-Kalkmergel. — Skorpil's Angaben über die Strasse von Mokreni-Isupli (Karpathensandstein) nach Vrbica. (Grobkörnige Sandsteine und Kalkmergel.)

Fucoidenmergel bei Čerkesli. — Quarztrachyt als Baustein bei Jenikiöi. — Flyschsandsteine und sandige Kalke mit Quarzeinschlüssen, vor Dobral auch die gelblichen Sandsteine wie bei Osmanbazar. — Zwischen Dobral und Kamčik mahala (über die Höhe) sandige Kalke und Hieroglyphensandsteine und Fucoidenmergel. — Beim Anstieg zum Čalikavak-Pass unter den sandigen Kalken ein Aufbruch in mergeligen Schiefern von grauen aderigen Liaskalken (Spiriferen-, Crinoiden- und Belemnitenkalk). — Grobkörnige Conglomerate mit granitischen Blöcken und Einschlüssen von Augit-Andesit. — Weiter der Höhe zu folgen dann: weisser Nucleolitenkalk, bräunliche Sandsteine (Grünsand?), mürbe sandige Mergel (Urgonapt.) und Caprotinenkalk (die Höhen bildend). — Mauerförmige Steilwände gegen Nord. — Gegen Bairamdere Sandsteine und mürbe Mergel mit Hieroglyphen. — Flyschartige Gesteine (Kreideflysch?) in der Thalenge unterhalb Bairamdere, mit einem schlecht erhaltenen Ammoniten *(Costidiscus?)*. — Ohne Aufschlüsse bis Šumla.

6. Šumla–Varna 361

Profil an dem Abhange des Kreide-Plateaus bei Šumla: von glaukonitischen Sandsteinen bis zur Feuersteinkreide mit *Inoceramus Cripsi, Terebratula carnea, Ostrea vesicularis* etc. — Die grobkörnigen Kreidesandsteine von Kulefča und Madara mit *Cidaris Sorigneti, Serpula gordialis, Ostrea haliotoides, Pecten, Lima* n. sp. etc. (Ober-Cenoman). — Die plattigen Kalkmergel zwischen Šumla und Šumla road mit *Holcostephanus Astierianus, Crioceras Duvali* etc. (Ober-Neocom = Hauterive-Stufe). — Das Eocän im W von Varna mit Nummuliten und Alveolinen etc.

7. Von Varna über Stara Orehova, Aivadžik, Eskipasli und Lidža nach Aitos. (Fünfte Balkan-Passage.) 368

Vorkommen von *Spatangus*-Schichten im S von Varna. — Marine Schichten mit *Pecten* cf. *Eichwaldi* Reuss, *Chama* aff. *austriaca* Hoernes etc. bei Varna und südlich davon bei Pašadere (Tschokrakkalk?). — Eisenschüssiger Schotter. — Oolithe mit kleinen Gastropoden: Bithynien, Rissoen, *Chemnitzia, Cerithium* cf. *scabrum*, bei Stara Orehova, südlich vom Kamčik. — Sandig mergelige Gesteine mit *Lucina Dujardinii* Desh., *Tellina* sp., *Nucula, Pecten, Dentalium* sp. zwischen St. Orehova und Arnautlar (Äquivalent der Tüfferer Mergel). — Kalke mit *Fimbria (Corbis), Lucina, Cardium* und *Turritella* von Aivadžik (marines Eocän?) Findlinge von Porphyren. — Gelbe Flyschsandsteine (Eocän?) mit *Zoophycos (?) bulgaricus* n. sp. — Von Keteler ausgezeichnete Hieroglyphen *(Palaeodictyon ponticum)* im Flyschsandstein, sowie Fucoidenmergel (*Chondrites intricatus, Ch. Targioni* etc.), ganz ähnlich jenen im Inoceramenflysch vom Kahlengebirge. — Das Andesit-Trachyt Gebirge am Südfusse des Ostbalkan: Augit-Andesit (vorherrschend), Mandelsteine des Augit-Andesit, Biotit-Trachyt, Trachyt, Nephelin-Tephrit. — Belvedere-Schotter bei Lidža. — Andesit-Tuffe und Tuffe mit phonolithischem Trachyt in Gängen, gegen Aitos.

8. Von Aitos über Almadere, Tikenlik, Prača und Kištepe nach Provadia (sechste Balkan-Passage) und Varna 376

Die Tuffe nördlich von Aitos mit *Inoceramus, Chondrites* und Augitit-Mandelsteinen. — Mürbe Sandsteine; Sandsteine, Kieselkalke und hornsteinführende Kalke vielfach gestört in der Schlucht von Bogaždere; gelbe Sandsteine mit *Acanthoceras* cf. *Mantelli* Sow. von Tikenlik (Cenoman). — Orbitolinen-Kalksandsteine beim Übergang von Tikenlik nach Prača, am Kamm weisse Kalke (in Wänden abstürzend) über weissen Sandsteinen mit *Terebratula biplicata* Sow. und *depressa* Lam., sowie mit *Nucleolites (Catopygus) carinatus* Gldf. und rundlichen Lithothamnienknollen. (Übereinstimmung mit den Verhältnissen am Čalikavak-Pass.) Unterhalb Prača in einer Enge: Grünsandstein mit *Exogyra* aff. *conica* Sow., *Janira quinquecostata* Sow. unter sandigen Kalken mit Orbitoiden, *Ostrea vesicularis* Lam., *Spatangus* cf. *Auanchites, Rhynchonella octoplicata* Sow. etc. Grosse hoch-

Seite

gewundene Gastropoden und dickschalige grosse Terebrateln mit complicirten Schlossstützen in plänerartigem Kalk nördlich von der Thalenge. — Die obere Kreide von Provadia.

Die *Spaniodon*-Schichten zwischen Varna und Galata. Zwei Profile.

Anhang. Über die von Herrn Hermenegild Skorpil (Gymn.-Professor in Sofia) gesammelten und mir zur Bearbeitung übergebenen Materialien aus dem östlichen Balkan 385

Von Aitos über Čenge, Madžarevo, Vresovo nach Bogaždere und über Čepeldža nach Aivadžik, über den Karnabat-(Kamčik-)Balkan nach Begeč und Čenge: Quarz-Augit-Diorit von Aivadžik, Hornblende-Andesit von Sapadža. — Das Eocän von Kirimitlik (Kermetlik), Cyrenenmergel mit *Cyrena* in mehreren Arten, *Mytilus Kermetliki* n. sp., *Ampullaria Vulcani* A. Br., *Cerithium hexagonum* etc.

Von Čenge nach Beljovo, Gulica, Erkeč: Flyschartige Gesteine.

Von Aitos nach Mesemvrija (Misivri): Mergelschiefer mit Inoceramen (Kižildžik), Flyschsandsteine, Eruptivtuffe. Sarmatische Gesteine W von Misivri.

Aus dem Emine-Balkan: Plattige Kalkmergel, Sandsteine mit Geröllen, Eruptivtuffe mit Nummuliten, Assilinen, Orbitoiden und *Serpula spirulaea* (bei Gječek). Gegen Alčakdere treten Flyschgesteine mit *Inoceramus* und *Chondrites* auf. *Cerithium* cf. *minutum* und die sarmatischen Bildungen von Misivri. Ältere (eocäne?) Ablagerungen gegen Čimos mit *Rostellaria* und Ostreen, bei Hodžamar mit verzierten Cerithien und am Golf von Burgas: Tuffe mit kleinen Nummuliten.

Zusammenfassende Übersicht über die im östlichen Balkan auftretenden Formationen 390

1. Quarternär.

2. Jungtertiär: Belvedere-Schotter. — Sarmatische Bildungen. — Spaniodon-Schichten. — Marine Schichten von Varna.

3. Älteres Tertiär: Äquivalente der Ronca-Schichten. — Nummuliten-Schichten. — Die Kohle am Mandralyk. — Eocäner Flysch.

4. Kreide: Kreide-Flysch mit Fucoiden, Inoceramen und Ammoniten. — Oberes Senon. — Oberes Turon. — Oberes Cenoman. — Unteres Cenoman. — Die Kalkmergel mit Parkerien. — Die Barrême-Stufe.

5. Jura: Von Eski Džuma, Kotel und im Karnabat-Balkan.

6. Trias: Nur in der Gegend von Sliven.

7. Krystallinische Massengesteine: Granit, Quarz-Augit-Diorit, Porphyr, Porphyrit, Trachyt, phonolithischer Trachyt, Augit-Andesit, Mandelsteine, Nephelin-Tephrit.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Fig. 1. *Desmoceras* cf. *Boutini* Math.
„ 2. *Desmoceras* cf. *Tachthadiae* Tietze.
„ 3 *a, b*. *Holcodiscus* cf. *Perezianus* Orb.
„ 4 *a, b*. Zweite Form derselben Art.
„ 5, 6. *Holcodiscus* cf. *Gastaldinus* Orb.
„ 7. *Crioceras* cf. *Tabarelli* Ast.
„ 8. *Ancyloceras Rasgradi* n. sp.

Alle Figuren betreffen Formen aus dem Barrême von Rasgrad.

TAFEL II.

Fig. 1. *Crioceras Suessii* n. sp. Aus dem Barrême von Rasgrad.
„ 2. *Crioceras* aff. *Villiersianum* Orb. sp. Aus den Neocommergeln von Ailadin zwischen Rasgrad und Eski Dzuma.
„ 3. *Terebratula bulgarica* n. sp. Aus den harten Kreidemergeln zwischen Praca und Tikenlik (Route Aitos—Provadia). *a* Grosse Klappe von innen, *b* Klappe mit den Schlossstützen, *c* grosse Klappe vom Wirbel aus, *d* grosse Klappe angeschliffen, um die Verdickung der Schale zu zeigen.

TAFEL III.

Fig. 1, 2. *Crioceras* n. sp. Von Rasgrad.
„ 3. *Crioceras (Heteroceras)* n. sp. ind. Von Rasgrad.
„ 4. *Terebratula biplicata* Sow. var. Von Rasgrad.
„ 5. *Pholadomya* aff. *Gillieroni* Pict. et Camp. Von Rasgrad.

TAFEL IV.

Fig. 1. *Nautilus* aff. *bifurcatus* Oost. Von Rasgrad.
„ 2. *Terebratula* sp. aus der Formenreihe der grossen *Terebratula biplicata*. Drei Ansichten *a, b, c*; *d* grosse Klappe, angeschliffen (man vergl. Taf. II, Fig. 3 *d*); *e* kleine Klappe, Innenseite mit den Muskeleindrücken. Von Sumla.
„ 3. *Turritella* (?) spec. ind. (wahrscheinlich neue Art). Aus dem Barrême-Kalk von Rasgrad.

TAFEL V.

Fig. 1. *Natica Javaschovi* n. sp.
„ 2. *Natica* aff. *Rauliniana* Orb. Zwei Ansichten.
„ 3. *Ostrea Exogyra Haueri* n. sp. Grosse Klappe von der Seite, von aussen und von der Innenseite.
„ 4. *Panopaea* sp. cf. *Prevosti*.

Alle vier Stücke aus den Barrême-Kalken von Rasgrad.

TAFEL VI.

Fig. 1. *Cardium* sp. (n. sp.?)
„ 2. *Avicula* (?) spec. ind.

Figuren 3—10 Entrochiten, und zwar:

„ 3—6. Typus *Entrochus insignis* n. sp.
„ 7. *Apiocrinites*-artige Gelenkfläche.
„ 8. *Encrinites*-artige Gelenkfläche.
„ 9, 10. *Pentacrinites*-artige Form.
„ 11. *Thecosmilia Koteli* n. sp Zwei Ansichten.

Fig. 12. *Aphragmastraea* (?. *Buriani* n. sp. *a* Natürliche Grösse, *b* Unterseite mit Thecideen, *c* Oberfläche vergrössert, 3/1. *d* Oberseite angeschliffen, vergrössert, 3/1.

„ 13. *Thecidea* sp. ind. Unterklappe, vergrössert. 2/1.

„ 14. *Stephanocoenia* sp. (nov. spec.?).

„ 15. *Latimaeandra Koteli* nov. sp.

„ 16. *Latimaeandra* (?) nov. sp.

„ 17. *Synastraea concava* n. sp. (Sammlung Zlatarski in Sofia.)

„ 18. *Centrastraea elegans* n. sp.; *b* vergrössert. 2/1.

„ 19. *Centrastraea*? (*Astraeomorpha* Reuss?) *Koteli* n. sp. *a* von oben, *b* von der Seite, *c* Oberseite angeschliffen und vergrössert. 3/1.

„ 20. *Thamnastraea* ? *minuta* n. sp. *a* von oben, *b* von der Seite, *c* Oberseite angeschliffen und vergr. 4/1.

„ 21. *Cerioporα* (*Reptomulticava*) *spongiformis* n. sp. *a* von der Seite, *b* von oben, *c* Oberseite angeschliffen und vergrössert. 4/1. (Sammlung Zlatarski in Sofia.)

TAFEL VII.

Fig. 1. *Pecten* sp. (nov. spec.?). Pašadere, südlich von Varna.

„ 2. *Pecten* cf. *Eichwaldi* Reuss sp. (nov. spec.?). Bei Varna.

„ 3. *Chama minima* n. sp. Bei Varna

„ 4. *Lithodomus* sp. Pašadere, südlich von Varna.

„ 5. *Cardium Varnai* n. sp. Bei Varna.

„ 6. *Spaniodon* (?) *Andrussowi* n. sp. Am Wege nach Galata (Varna SO). In natürl. Grösse und vergrössert. 3/1.

„ 7. *Spaniodon Barboti* Stuckenb. sp. Ebenda. Natürl. Grösse und vergrössert. 2/1.

„ 8. *Ostrea* aff. *multicostata* Desh. Eocän. *a*, *b* Unterklappe von aussen und innen, *c* Deckelklappe von aussen. Sliven N. Selidže Dere, oberhalb der Tuchfabrik.

„ 9. *Pinna* aff. *margaritifera* Lam. Von Sotire. Sliven NO.

„ 10. *Corbula* sp. (nov. spec.). Von Sliven N.

„ 11. *Turritella Slivenensis* n. sp. Aus dem Eocän von Sliven N.

„ 12. *Cyrena intermedia* Desh.

„ 13. *Cyrena Skorpili* n. sp.

„ 14. *Cyrena semistriata* Desh.

„ 15. *Mytilus Kermetliki* n. sp.

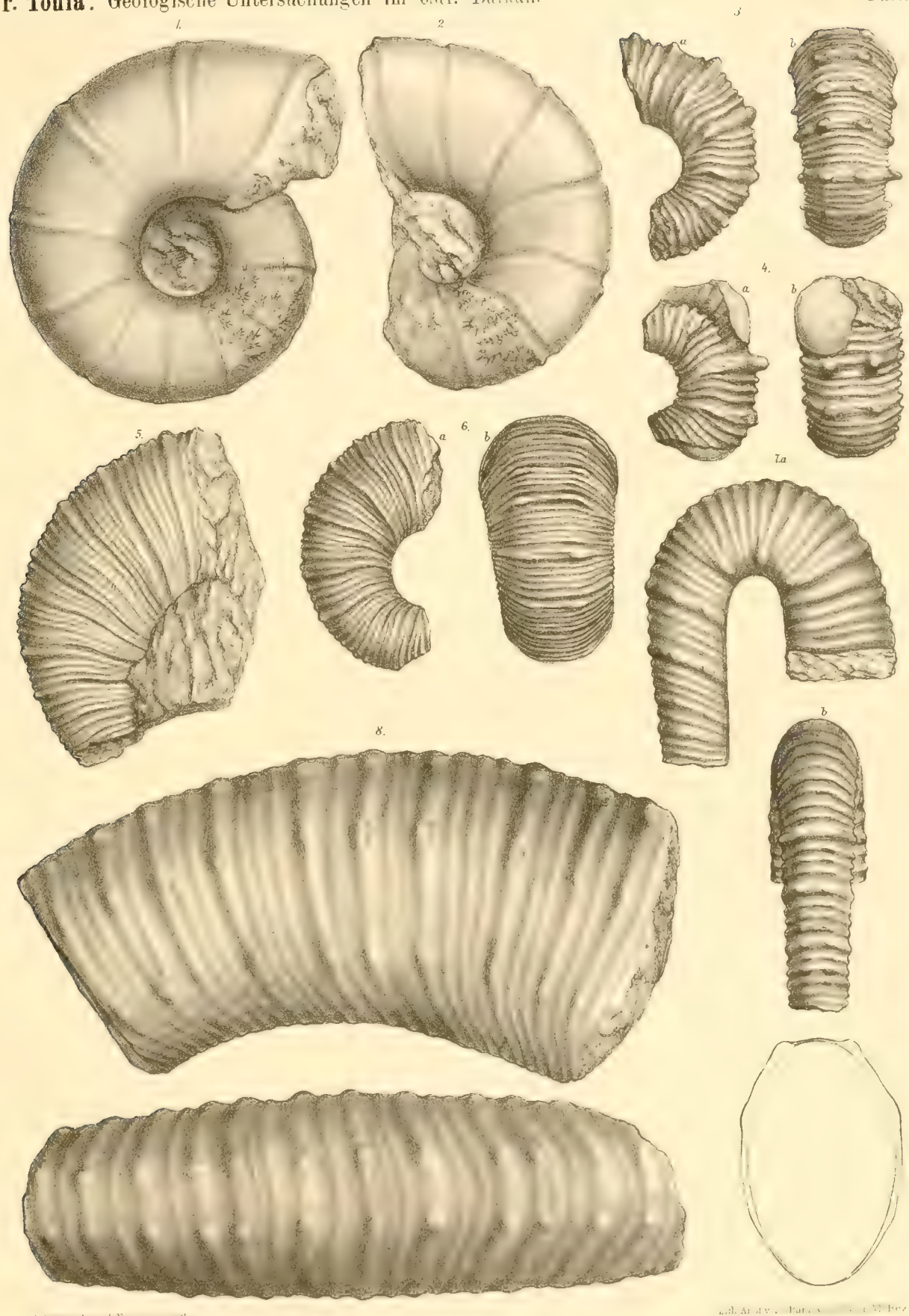
„ 16. *Ampullaria* cf. *ponderosa* Desh.

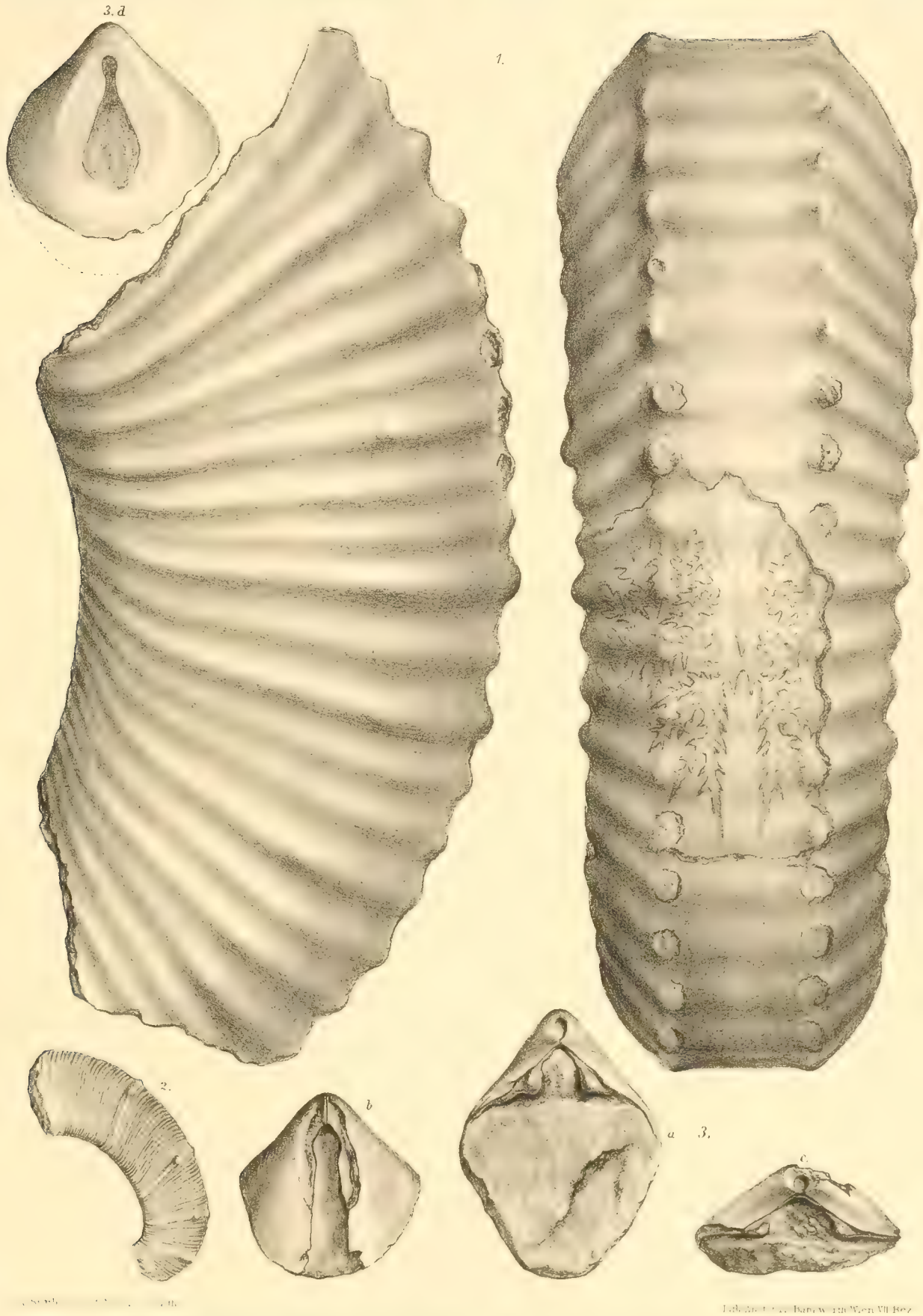
Fig. 11—16 aus den Cyrenenmergeln von Kermetlik (26 *km* NNO von Karnabat im Balkangebiete). Aus der Sammlung des Herrn Skorpil in Sofia.

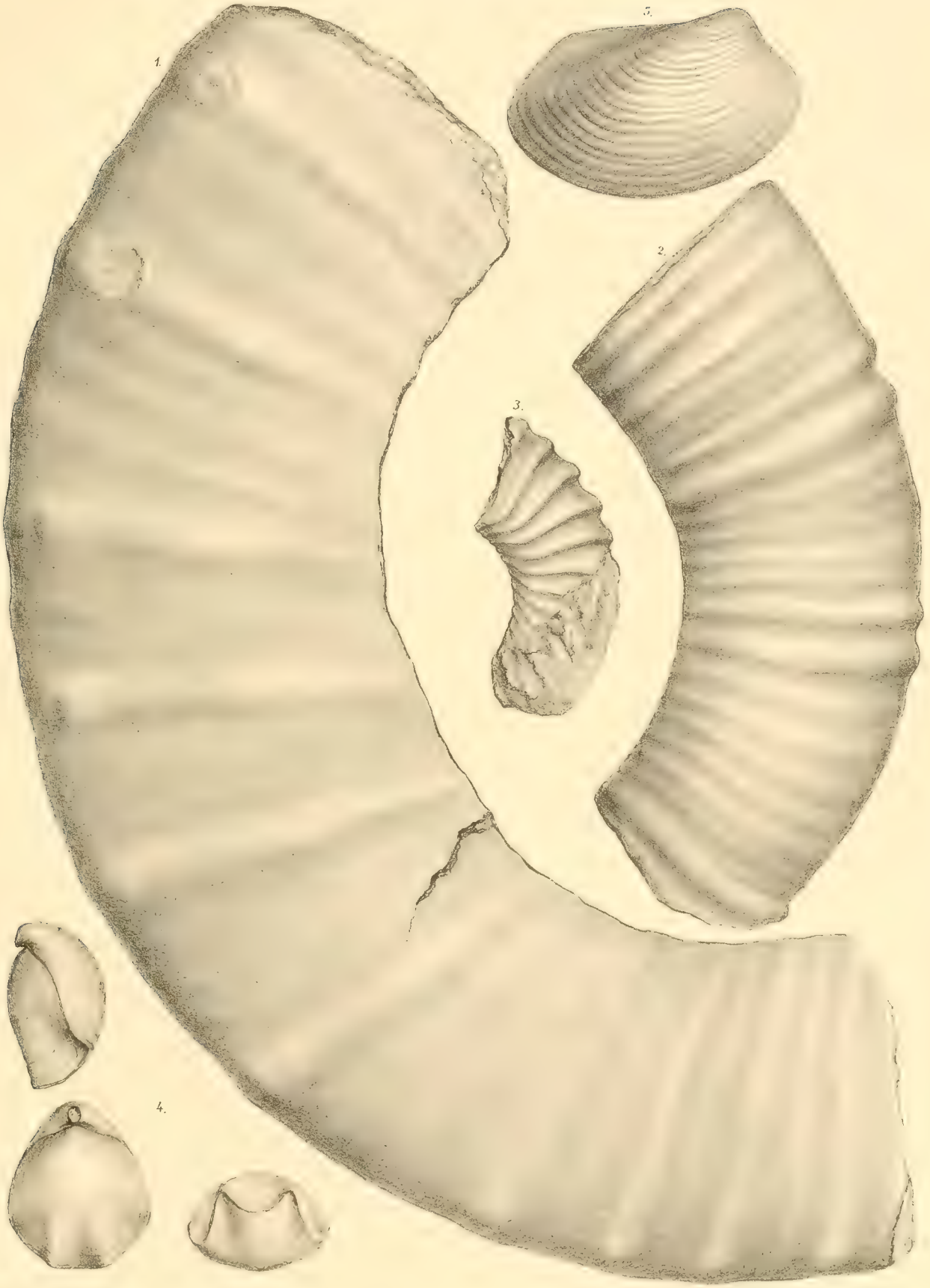
„ 17. *Ostrea Cimosi* n. sp. (aff. *ventilabrum* Goldf.). Zwischen Ravda und Čimos am Golf von Burgas. Eocän. Sammlung des Herrn Skorpil in Sofia.)

„ 18. *Schizaster* spec. ind. Aus den Kreideflyschsandsteinen zwischen Binkos und Čamdere. (Sammlung des Herrn Skorpil in Sofia.)

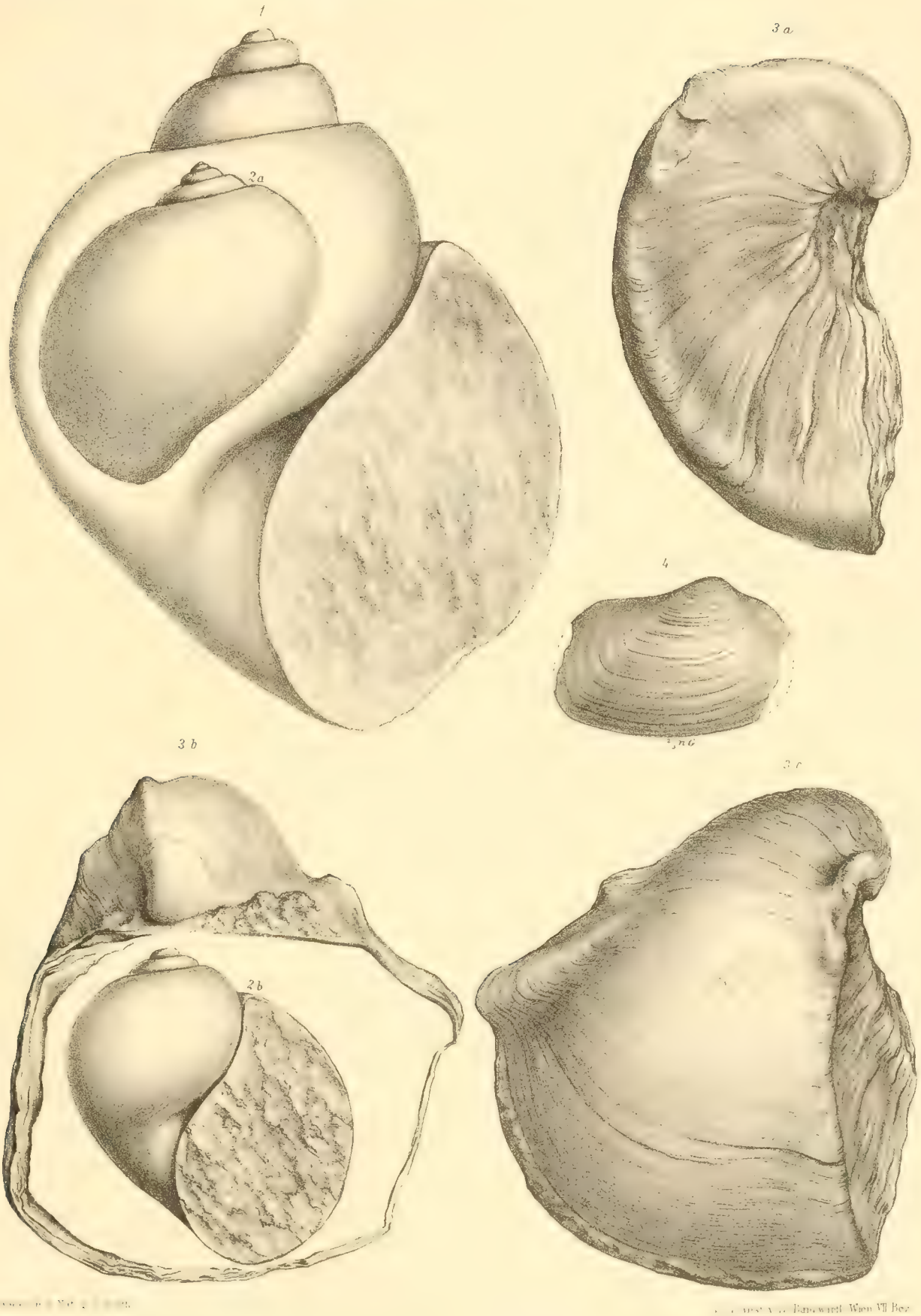
Alle Originalexemplare dieser und der vorhergehenden Tafeln, wo nichts Besonders bemerkt, befinden sich in der Sammlung des Autors, und sind in natürlicher Grösse gezeichnet.


1.
2
3
a
b
4.
a
b
5.
6.
a
b
7a
b
8.


3. d
1.
2.
b
a
3.
c


1.
2.
3.
4.
5.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien, VII. Bez.


1
2a
3a
4
3b
2b
3c

6.
1.
3.
4.
5.
11.
7.
2.
10.
8.a
8.b
12.
9.
8.c
14.
13.a
17.a
18.
16.a
15.
17.b
16.b
13.b

DAS

LUFTDRUCK-MAXIMUM VOM NOVEMBER 1889 IN MITTEL-EUROPA,

NEBST

BEMERKUNGEN ÜBER DIE BAROMETER-MAXIMA IM ALLGEMEINEN.

VON

J. HANN.

W. M. K. AKAD.

(Mit 2 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. APRIL 1890.

Das Barometer-Maximum, das sich vom 12. bis zum 24. November vorigen Jahres mit einer namentlich für den Vorwinter seltenen Beständigkeit und Intensität über Mittel-Europa behauptete, schien mir einer eingehenden Untersuchung werth zu sein. Die meteorologischen Erscheinungen, welche das Auftreten der Barometer-Maxima an der Erdoberfläche selbst begleiten, sind allerdings sehr einfacher Natur und bereits zur Genüge dargestellt worden. Dadurch aber, dass das in Rede stehende Barometer-Maximum mit seinem Centrum gerade über jenen Theil Mittel-Europas sich lagerte, wo wir gegenwärtig eine grössere Anzahl von Gipfel- und Bergstationen bis zu einer Höhe von 3100 *m* hinauf besitzen, bot sich eine ausserordentlich günstige Gelegenheit, auch die meteorologischen Zustände in grösseren Höhen der Atmosphäre im Schosse eines Barometer-Maximums eingehender zu studiren und zu versuchen, die herrschenden Ansichten über die Vorgänge bei der atmosphärischen Circulation zu prüfen, sie zu stützen und zu klären.

Das grosse dauernde Barometer-Maximum des November 1889 wurde eingeleitet am 6. November durch das Auftreten einer Area hohen Luftdruckes über dem atlantischen Ocean an den Küsten von Frankreich und des südlichen England. Vom 7. bis zum 10. November hielt sich der Kern dieses Maximums über dem atlantischen Ocean, und schob einen Keil hohen Luftdruckes, dessen Basis ganz Frankreich bedeckte, nach Mitteleuropa hinein. Am Morgen des 11. November liegt das Centrum hohen Druckes über der Nordsee, am 12. November aber hat sich dieses Centrum nach Mittel-Europa selbst verlagert. Ganz Europa ist in das Gebiet hohen Luftdruckes aufgenommen. Mit einer merkwürdigen Beständigkeit verharrt nun das Centrum hohen Barometerstandes über Mitteleuropa bis zum Morgen des 25. November, also während vollen 13 Tagen. Der niedrige Druck hielt sich immer im äussersten Norden (Nordwesten, Norden und Nordosten) von Europa, es lässt sich aber auch dort während der ganzen Zeit bis über den 60. Breitegrad hinauf kein Sturmcentrum erblicken. Erst am Morgen des 25. November treten individualisirte Barometer-Minima in der Nordsee und an der Westküste Norwegens auf und leiten auch über Mittel-Europa einen Wettersturz ein. Heftige Winde

und Schneefälle treten an die Stelle der trockenen windstillen Witterung, die im Gebiete des Barometer-Maximums früher geherrscht hatte.

Um die meteorologischen Verhältnisse während dieses Barometer-Maximums zu einer klaren übersichtlichen Darstellung zu bringen, habe ich für die 10 Tage vom 14. bis 23. November inclusive mit Hilfe der täglichen telegraphischen Witterungsberichte Mittelwerthe der wichtigsten meteorologischen Elemente gebildet, welche demnach den durchschnittlichen Zustand der Witterung um 7 bis 8^h Morgens für diesen Zeitraum repräsentiren. Bei der seltenen Beständigkeit der Lage des Barometer-Maximums geben diese Mittelwerthe in der That ein ganz zutreffendes Bild der vom 14. bis zum 23. November 1889 herrschenden Witterung.

Auf Grund der Mittelwerthe des Luftdruckes, der Temperatur, der Bewölkung und der Windrichtung und Stärke um 7 bis 8^h Morgens vom 14. bis 23. November 1889 sind die beiden Witterungskarten gezeichnet worden, die dieser Abhandlung beigegeben sind.

Die Karte der Luftdruckvertheilung zeigt, dass damals ganz Mittel-Europa in das Gebiet des hohen Barometerstandes aufgenommen war; das Centrum des Barometer-Maximums aber, 780 *mm* im Meeresniveau, lag über den Ostalpen und über Bayern. Die überall schwachen Winde zeigen deutlich genug das langsame, allseitige Abströmen der Luft an der Erdoberfläche aus dem Centrum des Barometer-Maximums. Die an einigen Orten hervortretenden Unregelmässigkeiten der Windrichtung erklären sich ungezwungen aus localen Einflüssen, die bei im Allgemeinen schwach bewegter Luft am leichtesten zur Geltung kommen. Der Himmel ist (Morgens) über den Niederungen zumeist bedeckt, es herrschen vielfach Nebel, nur im Süden der Alpen ist der Himmel heiter. Niederschläge fehlen.

Die Karte der Temperaturvertheilung zeigt, dass das Gebiet des Barometer-Maximums auch zusammenfällt mit dem Gebiete der niedrigsten Temperatur an der Erdoberfläche. Für eine präcise Darstellung der Wärmevertheilung reichen die telegraphischen Berichte nicht aus, und die Karte zeigt daher nur ein beiläufiges Bild derselben. Da die Temperaturen aus Gründen, die sich aus dem Folgenden leicht ergeben, keine Reduction auf dasselbe Niveau erfahren haben, so kommen die orographischen Einflüsse auf die Temperaturvertheilung auch zur Geltung; denselben ist das zweite Centrum grösster Kälte über der Balkan-Halbinsel zuzuschreiben. Die Gebirgsthäler sind während eines winterlichen Barometer-Maximums bekanntlich sehr kalt. Es zeigt sich aber im Allgemeinen deutlich genug, dass die Area eines Barometer-Maximums im Winterhalbjahr auch der Sitz einer Temperaturdepression ist. Turin und Florenz z. B. haben nur 1° Mittelwärme, wie Zürich, Prag, Wien, Szegedin, während Kiew und Petersburg 2° haben; Rom hat 3° wie Berlin, während Warschau, schon im Gebiete niedrigeren Luftdruckes, 4° Mitteltemperatur hatte. Der Verlauf der Isothermen über Mittel-Europa correspondirt fast vollständig mit dem Verlauf der Isobaren.

Die bisherigen Ergebnisse bieten nichts Neues, es sind die bekannten typischen meteorologischen Erscheinungen an der Erdoberfläche im Gebiete eines Barometer-Maximums.

Die atmosphärischen Verhältnisse in grösseren Höhen über der Erdoberfläche kann man aus folgender Tabelle entnehmen, welche für 12 über das Alpengebiet und Südfrankreich vertheilte Bergstationen die Mittelwerthe des Luftdruckes, der Temperatur, der Windrichtung und Stärke, sowie der Bewölkung gleichfalls für 7—8^h Morgens während der 10 Tage vom 14. bis 23. November enthält. Die letzten beiden Colonnen rechts enthalten die auf das gleiche Niveau von 2500 *m* reducirten Barometerstände und Temperaturen. Zum erstenmale erscheinen in dieser Tabelle die Luftdruck- und Wärmeverhältnisse grosser Höhen im Gebiete eines Barometer-Maximums in vergleichbarer Darstellung.

Bei schwachen Winden oder gänzlicher Windstille und heiterem Himmel (je höher der Ort, desto heiterer war der Himmel) herrschte in den höheren Luftschichten eine abnorm hohe Temperatur. Die Erscheinung der sogenannten „Temperaturumkehrung", d. h. einer Wärmezunahme mit der Höhe kam über ganz Mittel-Europa mehr oder weniger zur Beobachtung. Wir werden diese Thatsache später noch genauer untersuchen. Hier mag nur bemerkt werden, dass es im Niveau von 2500 *m* (auf den Berggipfeln) noch immer etwas wärmer war als an der Erdoberfläche, mehr als 2000 *m* tiefer. Als mittlere Temperatur im Centrum des Barometer-Maximums kann an der Erdoberfläche (in circa 400 *m*) —2° Cels., in 2500 *m* ungefähr —1° Cels. angenommen werden,

der Säntis hatte aber sogar +0°5 in dieser Höhe. In einer Seehöhe von 1400 bis 1800 *m* aber herrschten Temperaturen von 2 bis 4° Cels., und zwar schon um 7ʰ Morgens, d. i. vor Sonnenaufgang!

Die wichtigste Frage aber, welche unsere kleine Tabelle zu beantworten gestatten soll, ist jene nach der Luftdruckvertheilung im Niveau von 2500 *m*. Bestand auch in dieser Höhe ein Barometer-Maximum über

Witterung vom 14. bis 23. November 1889, 7ʰ Morgens, an einigen Bergstationen in Frankreich und Mittel-Europa.

Ort	Breite nördlich	Länge östlich	Höhe Meter[1]	Beobachtet				Reduc. auf 2500 *m*	
				Luftdruk	Temperatur	Wind	Bewölkung	Luftdruck	Temperatur
Pic du Midi	42°57′	0° 8′	2859	546·2	−1·5	So	0.0	571·3	0.3
Puy de Dôme	45 47	2 57	1467	648.5	4.9	S3	0.3	570.8	−0.2
S. Bernhard	45 52	7 11	2476	574·8	−1·5	NEo	0.0	573.0	1.5
S. Gotthard	40 33	8 34	2100	602.3	−1.8	No	0.0	572.6	−3.8
Schneeberg (Tirol)	46 54	11 12	2366	582.0	−0.5	E1	0.0	572.3	−1.2
Säntis	47 15	9 20	2500	572.7	0.5	Wo	1.1	572·7	0.5
Wendelstein	47 42	12 1	1727	629.6	3.3	SSEo	0.0	572.1	−0.5
Schafberg	47 46	13 26	1776	626.1	1.2	W1	2.9	571.9	−2.4
Sonnblick	47 3	12 57	3105	530.5	−4.9	NNE1	0.2	572.6	−1.3
Obir	46 30	14 27	2044	605.6	1.4	N2	0.1	572.2	−0.9
Schneeberg (Niederösterreich)	47 45	15 50	1462	649.8	2.2	WSWo	0.2	570.7	−3.0
Schneekoppe	50 44	15 44	1010	637.3	0.0	WNW2	3.0	569.8	−4.4

den centralen und östlichen Alpen? Die Windverhältnisse und die Witterung der hohen Bergstationen sprechen allerdings schon an sich dafür. Die auf das gleiche Niveau von 2500 *m* reducirten Barometerstände bestätigen auch vollkommen diese Annahme. Die Stationen von mehr als 2000 *m* Seehöhe geben für das centrale Alpengebiet einen mittleren Barometerstand von 572·6 *m*; im Westen war der Luftdruck nach den Beobachtungen auf dem Puy de Dôme[2] und Pic du Midi niedriger, ebenso im Norden (Schneekoppe) und im Osten (Schneeberg Niederösterreich). Leider fehlen auf der Südseite der Alpen Barometerbeobachtungen in grösserer Seehöhe. Die Stationen Monte Cimone und Etna sind leider noch nicht in Thätigkeit, wie mir Herr Director Tacchini auf meine deshalb nach Rom gerichtete Bitte gefälligst mittheilte. Es ist sehr zu bedauern, dass diese Stationen noch immer fehlen, man wäre sonst im Stande die Luftdruckvertheilung über Mittel-Europa im Niveau von 2500 *m* in ihren allgemeinen Zügen hinlänglich genau beurtheilen zu können.

Berechnet man aus den Luftdruck- und Temperaturmitteln (Morgenbeobachtungen vom 14. bis 23. November) von Lesina und Neapel den mittleren Luftdruck in 2500 *m* Seehöhe (unter der wahrscheinlichsten Annahme einer Temperatur-Abnahme von ½° Cels. pro 100 *m*), so erhält man 569·5 *m*, die südlicheren und westlicheren Stationen Malta und Algier geben auf gleiche Weise 572·4 *m* im Niveau von 2500 *m*. Es sprechen demnach auch diese Ergebnisse dafür, dass im Niveau von 2500 *m* gleichfalls ein Centrum höchsten Barometerstandes über den Alpen lag.

Diese Constatirung des Barometer-Maximums im Niveau der Alpengipfel ist sehr wichtig für die Schlüsse welche wir später aus dem Auftreten relativ hoher Wärme in diesem Niveau ziehen werden.

Das grosse Barometer-Maximum vom November 1889 war ferner in der Beziehung sehr bemerkenswerth, dass es zu einer Zeit auftrat, wo die Erdoberfläche, selbst in den Alpenthälern, noch ganz schneefrei war.

[1] Die Seehöhe vom Schneeberg (Tirol), Sonnblick, Schneeberg (Niederösterreich), Obir und Schneekoppe sind aus den Jahres-Mitteln des Luftdruckes mit möglichster Genauigkeit im Anschlusse an sichere bestimmte Höhen hier neu berechnet worden. Der Einfluss der nicht bekannten oder vielleicht etwas fehlerhaft angenommenen Barometercorrectionen ist dadurch eliminirt worden.

[2] Puy de Dôme wohl zu niedrig; eine Controle der dem Bulletin international entnommenen Stände war nicht möglich, vielleicht wäre eine Correction anzubringen?

Die Temperatur an der Erdoberfläche sank erst unter dem Einflusse des Barometer-Maximums unter die normale hinab, es konnte also nicht der Wärmezustand an dem Orte des Barometer-Maximums sein, welcher eine Prädisposition für dasselbe lieferte, wie man dies bei den Barometer-Maximis des Winters zuweilen mit mehr oder weniger Grund annimmt. Vor dem Eintritt des Barometer-Maximums herrschte eine Temperatur, welche die normale erheblich überschritt, erst am 11. und 12. als das Centrum hohen Luftdruckes sich über Mittel-Europa verlagerte, sank dieselbe unter den Mittelwerth hinab.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Beobachtungen der Luftfeuchtigkeit an den hochgelegenen Stationen. Man findet die Resultate derselben im Mittel der fünf Tage. (19. bis 23. November), an welchen der Barometerstand am höchsten war, in der nachfolgenden Tabelle für einige ausgewählte Stationen verschiedener Seehöhe zugleich mit Angabe der anderen meteorologischen Elemente für die einzelnen Beobachtungstermine zusammengestellt.

Mittelwerthe für 5 Tage vom 19. bis 23. November 1889.

Ort	Höhe	Luftdruck 7h a	Temperatur 7h	2h	9h	Mittel	Dampfdruck Mittel	Relative Feuchtigkeit 7h	2h	9h	Wind Richtung	Stärke	Bewölkung Mittel
Pic du Midi	2859	546·7	−1·2	—	—	—	-	—	—	—	S	0·0	0·0
Puy de Dôme	1407	649·2	6·5	—		—	—	—	—	-	S	3·0	0·0
Clermont	388	—	−3·8	-	—	—	—		-	—	SW	0·0	0·0
St. Bernhard	2470	575·9	−0·6	4·2	0·3	1.3		—	—	—	NE	1·0	0·0
Martigny	500	734·2	−4·6	7·5	−2·3	0·2		—	--	—	—	0·0	0·0
Genf	408	741·6	0·2	2·2	0·4	0.9	4·4	00	83	92	E—S	1·0	10·0
Chaumont	1130	677·5	4·5	13·3	0·3	9.0	3·2	48	31	35	W	0·0	0·0
Gäbris	1253	669·1	7·5	9·7	7·5	8.2	—	sehr trocken			N—E	0·0	0·0
Rigikulm	1790	625·0	4·4	6·9	4·9	5·4	3·0	49	40	43	Var.	1·1	0·5
Säntis	2500	573·8	2·3	3·5	1·8	2.5	1·9	39	34	29	„	1·6	0·3
Glarus	470	735·7	4·7	−0·1	−3·2	−2.3	4·0	97	89	98	W	0.0	5·3
Chur	610	722·8	−1·5	2·8	−0·3	0·3	-	—		-	SE-SW	0·1	0·0
Gargellen	1440	—	2·8	10·0	3·7	5·5	2·7	47	32	44	S	1.0	0·0
Gaschurn	950	—	−3·1	6·0	−0·5	0·5	—	—	—	—	N	0.3	0·0
Wendelstein	1727	630·8	5·0	7·2	5·9	6·0	1·2	15	21	15	Var.	1.5	0·3
Peissenberg	994	689·2	4·2	5·3	4·7	4·5	2·7	43	49	44	Var.	2.5	1·2
München	529	730·5	−3·0	−0·3	−2·1	−1·0	3·9	97	92	100	NE	2.4	8·0
Schneeberg (Tirol)	2300	582·7	1·2	3·8	−0·5	1·5	3·4	81	01	63	ENE	1.0	0·0
Brixen	584	725·5	−2·9	0·9	−1·3	0·9	—	—	-	—	N	0.0	0·1
Ischl	467	730·1	−4·1	2·3	−2·3	−1·4	3.8	08	81	94	NE u. E	1.2	3·4
Schafberg	1770	627·1	2·7	7·5	3·9	4·7	-	—	—	—	Var.	1.8	0·8
Schmittenhöhe	1040	—	1·2	5·0	1·4	2·5	—	—	—	—	—	—	0·0
Sonnblick	3105	532·0	−1·8	−1·8	−2·3	−2·0	1·7	38	46	44	NE	2.5	0·0
Lienz	680	718·3	−4·9	1·5	−3·2	−2·2	3·0	96	84	95	Var.	1.0	3·8
Klagenfurt	448	740·0	−2·0	−0·5	−1·3	−1·3	3·7	89	80	86	„	1.0	10·0
Obir	2044	606·0	2·3	7·1	2·8	4·1	3·0	85	35	82	NW	1.7	0·0
Wien	202	760·5	0·6	2·5	0·7	1·3	4·2	86	78	87	Var.	1.0	7·3
Schneeberg	1402	650·6	3·3	9·8[1]	3·2	5·4	3·0	48	39	59	„	1.0	0·0
Raxalpe	1820	—	−0·8	2·0	0·1	0·4[2]	—	—	—	—	—	—	1·1
Schneekoppe	1010	638·4	0·9	2·6	1·6	1·7	3·0	73	70	73	Var.	3.2	2·0
Eichberg	349	740·3	−0·5	3·8	0·0	1·1	—	—	—	—	—	—	4·7

Die Mittheilung der zur Zeit der Abfassung dieser Abhandlung noch nicht publicirten Beobachtungen verdanke ich gefälligen brieflichen Mittheilungen; jene für einige Stationen der Schweiz Herrn Director Billwiller in Zürich, jene vom Wendelstein Herrn Director Lang in München, und jene von der Schneekoppe und Eichberg Herrn Director von Bezold in Berlin.

Die Lufttrockenheit auf den Bergstationen im Centrum des Barometer-Maximums war eine ganz ausserordentliche; sie hielt während der ganzen Dauer desselben an, vom 12. bis zum Einbruch der stürmischen

[1] Etwas von Wärmestrahlung beeinflusst.

[2] Etwas unsicher.

Westwinde nach dem 25. November (mit wenigen zeitweiligen Unterbrechungen); die Tagesmittel der relativen Feuchtigkeit vom 19. bis 23. sind z. B.:

Chaumont (1150 *m*) 38%, Rigikulm (1790 *m*) 44%, Säntis (2500 *m*) 34%, Peissenberg (994 *m*) 45%, Wendelstein (1730 *m*) 17%, — Gargellen (1440 *m*) 41%, Schneeberg bei Wien (1460 *m*) 49%, Sonnblick (3100 *m*) 43%.

In den Niederungen war gleichzeitig bei tieferen Temperaturen die Luft fast gesättigt mit Wasserdampf. Die Angaben der Luftfeuchtigkeit sind aus Psychrometer-Beobachtungen mit Rücksicht auf die Seehöhe der Stationen berechnet; nur jene auf dem Wendelstein sind den Ablesungen an einem controlirten Haarhygrometer entnommen. Diese letzteren Instrumente gaben z. B. auf dem Sonnblick und an der Station Gäbris eine noch viel grössere Trockenheit an als das Psychrometer, indem sie zeitweilig selbst auf 0 zurückgiengen. Dabei stimmten sie vorher und nachher bei Sättigung der Luft wieder vollkommen mit dem Psychrometer. Dies zeigt zum mindesten, dass die Ablesungen der Psychrometer während der grossen Trockenheit eher noch eine zu grosse Feuchtigkeit gaben, was ja bei der herrschenden Luftruhe und der niedrigen Temperatur des feuchten Thermometers gar nicht unwahrscheinlich ist.

Die Luft war auf den Höhen nicht bloss Mittags, sondern auch Morgens und Abends, vor und nach Sonnenuntergang, gleichmässig trocken. Wie die am Schlusse folgenden täglichen Beobachtungen einiger Hochstationen zeigen, war mit der Abnahme der relativen Feuchtigkeit vielfach auch eine Abnahme des Dampfdruckes selbst verbunden, die warme Luft war sowohl absolut als relativ trocken.

Wir treffen also in den höheren Schichten während des Barometer-Maximums bei vorherrschender Windstille eine sehr warme und sehr trockene Luft an. Es ist geradezu eine Föhnluft. Diese warme trockene Luft kommt nicht von Süden, wie sowohl die Luftdruckvertheilung indirect, als die auf einigen Hochpunkten (z. B. Sonnblick, Schneeberg in Tirol, Obir) vorwiegenden nördlichen Winde direct bezeugen.

Die Terminbeobachtungen der Temperatur zeigen, dass die Wärmezunahme mit der Höhe hauptsächlich Morgends und Abends auftrat (also auch während der Nacht), um Mittag aber, wegen der starken Erwärmung der Thäler, dort wo die Nebel fehlten, vielfach wieder der normalen Wärmeabnahme mit der Höhe Platz machte. Die Stationen in einer Mittellage aber, welche die wärmsten waren, ergeben auch um die Nachmittagsstunden eine Wärmezunahme mit der Höhe z. B.:

Orte	Höhendifferenz Meter	Temperaturdifferenz 7h	2h	9h
Schneeberg-Brixen	1800	4°1	3°1	0°8
Säntis-Chur	1900	3·8	0·7	2·1
St. Bernhard-Martigny	1980	4·0	3·2	2·0
Sonnblick-Rauris	2100	3·3	−5·6	0·0
Sonnblick-Lienz	2400	3·1	−3·3	0·9
Mittel	2050	3·7	−2·9	1·3

Orte	Höhendifferenz Meter	Temperaturdifferenz 7h	2h	9h
Gargellen-Garschurn	500	5°2	4·0	4·2
Chaumont-Neuenburg	640	5·2	11·9	0·3
Gäbris-Chur	640	0·1	6·9	7·8
Wendelstein-München	1200	8·0	7·5	8·0
Schafberg-Ischl	1300	0·8	5·2	6·2
Mittel	860	7·0	7·1	7·1

Nimmt man die Mittel $^1/_4$ (7^h, 2^h, 9^h), so beträgt die Wärmezunahme mit der Höhe für ein Intervall von 2050 *m* noch immer 0°8 im Tagesmittel; für das Höhenintervall von 680 *m* aber sogar 7°1, überall von den Thälern aus genommen. Stets ist die „Temperatur-Umkehrung" Mittags schwächer als Morgens und Abends.

Die nachmittägige Erwärmung der Thäler ist dort, wo um diese Zeit wenigstens die Nebel fehlten, eine sehr starke, in Folge der Trockenheit und Klarheit der höheren Luftschichten; die tägliche Wärmeschwankung war deshalb in den Thälern sehr gross, auf den Höhen aber sehr gering, ein schlagender Beweis dafür, dass die Wärme der höheren Luftschichten (auf den Bergen) kein Effect der Insolation war. Folgende Beispiele dafür mögen hier stehen:

Tägliche Wärmeschwankung (d. h. Temperaturdifferenz zwischen 1^h oder 2^h pm. und 7^h Morgens).

Martigny	12°1	St. Bernhard	4°8				
Glarus	4·0	Gäbris	2·2	Rigikulm	2°5	Säntis	1°2
Brixen	0·8	Schneeberg	2 0				
Ischl	0·4	Schafberg	4·8	Schmittenhöhe	3·8		
Rauris	8·0	Lienz	0·4	Sonnblick	0·0		

Um ein vollständiges Bild der meteorologischen Zustände während des Höhepunktes des Barometer-Maximums, d. i. vom 19. bis 23. November zu bekommen, wollen wir auch noch die Abweichungen von den Mittelwerthen betrachten. Für letztere sind jene der Periode 1851/80 genommen worden.

Luftdruckabweichungen (*mm*).

Thalstationen: Genf +15·6, Glarus +15·7, München +15·4, Brixen +15·2, Lienz +16·7, Ischl +15·3, Klagenfurt +17·9, Wien +16·3 *mm*.

Hohe Stationen: St. Bernhard +14·5, Säntis +13·1, Wendelstein +15·2, Schneeberg (Tirol) +13·5, Sonnblick +14·7, Schafberg +15·2, Obir +14·1, Schneeberg +14·7.

Die Luftdruckabweichungen waren sehr gross und sehr gleichmässig vertheilt, sie waren auf den Höhen relativ ebenso gross wie in den Niederungen. Dividirt man die Luftdruckabweichungen durch die entsprechenden Barometerstände, so sind die Quotienten sogar für die Mehrzahl der Bergstationen noch grösser als für die darunter liegenden Thalstationen. So sind z. B. die Quotienten $\Delta B : B$ für: Lienz 0·023, Sonnblick 0·028, Ischl 0·021, Schafberg 0·024, München 0·021, Wendelstein 0·024, Säntis 0·023, Genf 0·021, St. Bernhard 0·025.

Ist die Drucksteigerung die Folge eines Luftzuflusses in der Höhe (oberhalb der höchsten Station) und bleibt die Temperatur constant, so werden diese Quotienten für oben und unten gleich; erfolgt aber eine Temperaturzunahme in der Mittelschichte (wie dies hier der Fall war), dann müssen die Quotienten für die hohen Stationen etwas grösser sein, wie wir es auch thatsächlich beobachten. Ob auch eine dynamische Drucksteigerung in den höheren Schichten eingetreten sei in Folge des Herabsinkens der Luft, bleibt unentschieden, ich glaube aber nicht, dass selbe merklich sein könnte.

Die ältere Ansicht, welche die Barometer-Maxima an der Erdoberfläche, weil sie im Winter fast immer mit einer Temperaturdepression verbunden sind, durch die Zunahme des specifischen Gewichtes der Luft in Folge der letzteren erklären wollte, ist natürlich schon dadurch ganz hinfällig geworden, dass wir nun wissen, dass diese Temperaturdepression nur auf die untersten Schichten beschränkt ist, die höheren dagegen abnorm warm sind. Wäre aber diese Ansicht richtig, dann müssten die oben angeführten Quotienten für die tieferen Stationen grösser sein, als für die höheren, was aber nicht der Fall ist.

Temperaturabweichungen.

Thalstationen: Genf —3°5, Glarus —5°0, Chur —3°2, München —3°0, Brixen —1°8, Lienz —3°3, Klagenfurt —2°5, Ischl —3°5, Wien —2°2, Mittel —3°1.

Hohe Stationen: St. Bernhard +6°9, Chaumont +7°7, Gäbris +8°0, Rigikulm +8°1, Säntis +8°3, Wendelstein +8°1, Schneeberg (Tirol) +7°0, Schafberg +6°8, Schmittenhöhe +5°9, Sonnblick +8°1, Obir +7°2, Schneeberg (bei Wien) +5°1. Neun Stationen über 1700 *m* Seehöhe geben also im Mittel +7°4.

Die positiven Temperaturabweichungen der höheren Luftschichten sind sehr gross, sehr gleichmässig und von der Höhe fast unabhängig. Die Unterschiede scheinen viel mehr durch die örtlichen Verhältnisse als durch die Höhe bedingt zu sein. Die höchsten Stationen Säntis und Sonnblick haben fast dieselbe hohe Temperatur-Anomalie von +8°2 wie Gäbris und Rigikulm. Dass Stationen, die mehr Thallage haben, wie St. Bernhard, Bergbau Schneeberg in Tirol, kleinere Abweichungen zeigen müssen, ist selbstverständlich. Nach Osten

hin aber nehmen die positiven Abweichungen der Bergstationen in der That ab, wie auch nach Westen (Schneeberg bei Wien +5°1, Puy de Dôme +6°3).

Während die thermische Anomalie an der Erdoberfläche circa —3° war, betrug sie auf den Höhen +8°, somit bestand ein Unterschied der Anomalie von 11°. Das Gebiet der positiven Anomalie hatte eine weitaus grössere verticale Mächtigkeit, als das der negativen Anomalie, das wohl durchschnittlich nicht viel über 300 bis 500 *m* Tiefe hatte. Die mittlere Temperatur der ganzen Luftmasse im centralen Gebiete des Barometer-Maximums dürfte deshalb bis zu 3100 *m* Seehöhe hinauf sicherlich um circa 6 Cels. über das Mittel erwärmt gewesen sein. Wenn man bedenkt, dass noch auf dem Sonnblick in 3100 *m* Seehöhe die Luft um 8 Grade zu warm war, so kommt man zu dem Schlusse, dass bis zur sehr grossen Höhe hinauf [1] die Luft im Centrum eines Barometer-Maximums eine ungewöhnliche Wärme hat, und dass es also rein dynamische Verhältnisse sein müssen, auf welche der hohe Luftdruck zurückzuführen ist. Das von der Temperatur bedingte specifische Gewicht der Luftmasse in einem Barometer-Maximum würde, wenn es allein massgebend wäre, einen niedrigen Barometerstand hervorrufen müssen.

Die Grenze zwischen der warmen oberen Luftschichte und der kalten unteren, welche letztere relativ sehr feucht war, scheint eine ziemlich scharfe gewesen zu sein. Sie wurde meist durch die obere Grenze der Nebelbildung direct sichtbar gemacht.

Die Station Heiden am Bodensee in 800 *m* Seehöhe lag gerade an der oberen Grenze des Nebelmeeres; als dasselbe sich am 22. N. Mittags senkte, wurde es zugleich warm (Temperatur [7^h, 1^h] vom 19. bis 21. —1°, am 23. aber 5° bei hellem Wetter. Wind stetig schwacher N.) Der Beobachter auf dem Säntis notirt gleichmässig vom 15. bis 23. „tiefes Nebelmeer", am 18. gibt er dessen obere Grenze zu 950 *m*, am 19. zu 1100 *m* Seehöhe an. Der Beobachter auf dem Sonnblick notirt am 21. Bodennebel in SW bis 800 *m*, in SE bis 1200 *m* den ganzen Tag über. Der Säntis wie der Sonnblick hatten vom 19. bis 23. jeden Tag 9 bis $9^1/_2$ Stunden Sonnenschein, d. i. das mögliche Maximum; Davos, 1560 *m*, hatte 6 Stunden (wohl auch als Maximum mit Rücksicht auf den beschränkten Horizont), Zürich hatte gar keinen Sonnenschein, Bern im Ganzen kaum 4 Stunden.

Die für ein Barometer-Maximum so charakteristische Nebelbildung in der Tiefe entsteht wohl dadurch, dass die durch Wärmestrahlung vom Erdboden aus erkalteten unteren Luftschichten ihren früheren höheren Wasserdampfgehalt zum Theil condensiren müssen. Die Luft der unteren Schichten stagnirt ja grösstentheils, sie wird nicht erneuert, der Boden gibt auch noch immer Wasserdampf ab, und so ist die Übersättigung und Condensation bei der nächtlichen Abkühlung ganz natürlich. Die obere warme Luftschichte schwimmt auf dieser kalten Unterschichte, ohne in dieselbe einzudringen. Treten dann örtliche Druckverschiedenheiten und dadurch locale Luftströmungen auf, so können die auffallendsten Temperaturschwankungen sich zeigen. [2]

[1] Nimmt man beispielsweise an, dass die Luft auf dem Sonnblickgipfel ihre positive Anomalie von 8° durch directes Herabsinken aus einem höheren Niveau erlangt hat, so erhält man etwa 1600 *m* als relative Höhe, aus der die Luft stammte, so dass die positive Anomalie mindestens bis gegen 5000 *m* hinaufgereicht haben müsste. Da aber die Temperaturzunahme mit der Höhe viel langsamer war als bei Föhn, so muss diese Höhe noch grösser angenommen werden.

[2] Ein sehr bemerkenswerthes Beispiel dafür theilt Dr. K. S. in Klein's Wochenschrift (Nr. 4, 1890) mit, nach den Beobachtungen von Colonel Ward in Partenkirchen am 18. December, einem Tage mit allgemein windstillen Wetter und stark ausgeprägter Temperaturumkehrung. Das Thermometer zeigte in München Morgens —9°. Die Beobachtungen in Partenkirchen ergaben

	8h a.	Mittag	2h	5	8	11h	12 Ab.
Temperatur	0°8	+ 1°0	— 3°0	—10°0	— 8°2	1°0	—10°0 Grade Cels.
Relative Feuchtigkeit .	70	48	62	58	80	4	78 Proc.

Partenkirchen war wohl an diesem Tage noch zumeist mit den kälteren tieferen Luftmassen bedeckt. Zeitweilig fanden dieselben vielleicht einen Abfluss durch das Loisachthal (in Folge kleinerer, eintretender Druckänderungen draussen), und es kam Partenkirchen dann in das Bereich der oberen wärmeren und trockenen Luftschichten.

Ich habe nun alle wichtigeren meteorologischen Verhältnisse während des Barometer-Maximums im November 1889 beschrieben und discutirt, und es mag mir gestattet sein, einige der wichtigsten Folgerungen, die ich daraus ziehen zu müssen glaube, hier kurz auszusprechen.

1. Das Barometer-Maximum vom November 1889 erstreckte sich bis zu sehr grossen Höhen der Atmosphäre. Die Luftdruckbeobachtungen zeigen, dass dasselbe jedenfalls in mehr als 3 Kilometer Höhe noch ebenso intensiv auftrat, als an der Erdoberfläche. In einer Seehöhe von 2500 *m* stimmte das Centrum des Luftdruck-Maximums seiner Lage nach noch mit dem an der Erdoberfläche überein. Auch die Temperaturverhältnisse lassen darauf schliessen, dass das Barometer-Maximum (d. h. die herabsinkende Luftbewegung) weit über 3 Kilometer hinauf reichte, vielleicht bis zur doppelten Höhe und mehr.

2. Der Luftkörper des Barometer-Maximums hatte eine sehr hohe Temperatur, noch in 3 Kilometer Seehöhe war die relative Erwärmung ebenso gross wie in circa 1000 *m*; die Temperaturdepression war auf die untersten der Erdoberfläche nächsten Luftschichten von einigen hundert Metern Mächtigkeit beschränkt. Die Kälte, die wir im Winterhalbjahr während eines Barometer-Maximums an der Erdoberfläche beobachten, ist nur eine untergeordnete secundäre Erscheinung (sie schlägt ja auch im Sommerhalbjahr ins Gegentheil um), die auf der localen Wärmeausstrahlung beruht und mit dem Barometer-Maximum als solchen (d. h. mit dem dynamischen Vorgang) nichts zu thun hat. Dabei ist allerdings anzunehmen, dass die als secundäre Erscheinung auftretende Temperatur-Depression an der Erdoberfläche den einmal eingeleiteten Zustand der verticalen Lufteirculation in seiner Stabilität unterstützt und fördert, indem sie die Abfuhr der Luftmassen an der Erdoberfläche wesentlich unterstützt. Im Sommerhalbjahr dagegen, wo die secundäre Erscheinung gesteigerte Insolation ist (statt Wärmeausstrahlung), wirkt dieselbe der Erhaltungstendenz der Luftbewegung entgegen.

In dem einen Falle befördern die durch ein Barometer-Maximum gesetzten Ausstrahlungs- und Insolationsverhältnisse dessen Fortdauer, in dem andern Falle sind sie derselben ungünstig. Die Barometer-Maxima haben deshalb schon aus diesem Grunde im Allgemeinen im Sommerhalbjahr kürzere Dauer und geringere Intensität. Die Ursache erster Ordnung ist aber in den viel stärkeren oberen Druckgradienten zwischen den niedrigen und höheren Breiten während des Winters zu suchen, welche den oberen Zufluss der Luft aus wärmeren Breiten mächtiger und lebhafter macht.

3. Die grosse Lufttrockenheit, welche in grösseren Höhen der Atmosphäre während des Barometer-Maximums vom November 1889 herrschte, und welche diesmal durch Psychrometerbeobachtungen noch in 3100 *m* Seehöhe direct nachgewiesen werden konnte, liefert zusammen mit der hohen Luftwärme einen zwingenden Beweis dafür, dass die Luft im Centrum eines Barometer-Maximums diese Eigenschaften (hohe Wärme und grosse Trockenheit), gerade so wie es beim Föhn der Fall ist, einer herabsteigenden Bewegung verdankt. Für die jetzt herrschende Ansicht, dass die Luft im Centrum eines Barometer-Maximums herabsinkt, haben wir allerdings auch noch andere directe und indirecte Belege. Die hier angeführten Beobachtungen scheinen mir nichtsdestoweniger einer besonderen Hervorhebung werth, denn sie liefern wohl den directesten Nachweis für die Richtigkeit derselben.

Vielleicht noch auffallender sind folgende in den „Schweiz. Meteorol. Beobachtungen" Jahrg. 1870, S. 104 von Herrn Wanner mitgetheilten Beobachtungen. Es lag damals auch ein Barometer-Maximum über der Schweiz:

Trogen 800 *m*, December 1869. Beobachter Wanner.

	5. Dec.	8h am.	11	Mittag	6. Dec.	7h	Mittag	1h	2h p.	3h	4h	5h	6h	7h
Temp.		−0·0	−2·0	5·5	bleibt	7·8	10·2	10·0	−4·0	4·3	4·1	−4·8	8·8	4·2
Feucht.		100	90	52	warm	40	30	30	100	85	41	100	29	90
	7. Dec.	5h a.	7h	8h	9h	10h	11h	Mittag	1h	2h	3	4h	5h	6h
Temp.		3·1	1·8	7·0	−2·3	3·3	4·0	3·3	0·7	−1·1	−0·0	−1·1	−4·4	0·7
Feucht.		53	94	100	100	49	23	70	82	94	100	100	99	100

Die Grenzlinie der warmen Luft oben und der kalten Nebelluft unten wogte am 5., 6., 7. wiederholt auf und nieder.

Es mögen nun noch einige speciellere Beobachtungen und Wahrnehmungen über die Witterungsverhältnisse während des November-Barometer-Maximums hier folgen, die ich zurückgesetzt habe, um die Übersichtlichkeit der allgemeinen Darstellung nicht zu sehr zu beeinträchtigen. Der eifrige Beobachter der k. k. meteorologischen Centralanstalt, Herr Oberst Baron O. v. Sternbach, schreibt mir am 24. November 1889 aus Bludenz:

„Der merkwürdig hohe Luftdruck, der seit 12 Tagen über dem mittleren Europa liegt, kam auch bei uns zur vollen Geltung. Die Tage waren mit wenigen Ausnahmen ganz rein. Die Kälte in der Niederung nahm rasch zu und erreichte eine für diesen Monat bedeutende Grösse, während die Säntisstation selbst Morgens und Abends Wärmegrade aufwies. Die Bewohner unserer Hochthäler arbeiteten während aller dieser Tage in Hemdärmeln im Freien, so im Bregenzerwald und im Walserthale und auf allen Heimwesen des Mittelgebirges. Heute trat der Föhn auch in der Niederung ein, namentlich in Montafon, während er in Bludenz weniger fühlbar war."

Am 26. trat dann völliger Witterungsumschlag mit Regen ein.

Herr Director Robert Billwiller in Zürich, dem ich so viele Beobachtungsdaten aus der Schweiz verdanke, hat mir auf meine Bitte auch einige allgemeine Mittheilungen über die Witterung in der Schweiz zukommen lassen. Ich entlehne denselben das Folgende:

„Das Barometer-Maximum, das vom 12. bis 23. November vorigen Jahres über Central-Europa lag, ist in mehr als einer Beziehung bemerkenswerth. Ein so frühzeitiges und zugleich so lange andauerndes Auftreten einer Anticyclone in Mittel-Europa werden nur wenige Winter aufzuweisen haben. Besonders ist hiebei zu beachten, dass beim Eintritt des Maximums keine Schneedecke und somit auch keine Ursache zu einem starken Temperaturfall in den Niederungen vorhanden war. In der That war der Temperaturrückgang der Thalstationen in der Schweiz auch nur ganz unbedeutend. In Zürich fällt das Tagesmittel vom 14. bis zum 22. November um 4°4, in Basel gleichfalls um 4°4, in Altstätten (Reinthal) 5°5, in Altdorf 4°6, Genf (14. bis 23.) um 6°7; bei dieser Anticyclone wirkte demnach die Erkaltung der unteren Luftschichten nur in geringem Maasse auf die Verstärkung des herabsinkenden Luftstromes, und konnte nur wenig zur Erhaltung des vorhandenen atmosphärischen Zustandes beitragen. Die Bedingung für den letzteren muss also vielmehr in einer anhaltenden Luftzufuhr aus den oberen Regionen der niedrigen Breiten gesucht werden."

Von besonderem Interesse sind die Verhältnisse der Nebelbildung am Nordfuss der Alpen.

„Diese begann in den Niederungen gleich nach Eintritt des barometrischen Maximums am 14. und zumeist schon morgens, stellenweise wie in Altstätten am Abend dieses Tages. Der Nebel wurde im Laufe der Periode immer dichter und mit dem 21., sobald die Temperatur unter Null gefallen war, trat auch der sogenannte Duft- oder Rauhreif auf, der bis zum 24. an Intensität fortwährend zunahm. Die ganze Hochebene zwischen Alpen und Jura bis zu einer durchschnittlichen Höhe von 800 bis 1000 *m* bildete ein Nebelmeer, die darüber liegende Luft war von wunderbarer Klarheit, wie ich am Nachmittag des 14. November auf dem Chaumont selbst beobachten konnte, wo ich den prächtigen Anblick der aus dem Nebelmeer tauchenden Alpenkette vom Montblanc bis zu den Höhen der Ostschweiz hatte. Dabei ist aber nun der Umstand besonders bemerkenswerth, dass in den Thälern des Nordhanges der Alpen die Nebelbildung erst beträchtlich weiter unten begann als auf dem Plateau. Engelberg in der Höhe von über 1000 *m* war selbstverständlich nebelfrei, Gurtnellen im Reussthal bei 742 *m*, Linthal bei 650 *m* und selbst Chur bei 600 *m* Meereshöhe blieben vollkommen nebelfrei, während St. Gallen 680 *m*, Haidenhaus 700 *m* auf dem Seerücken im Norden des Kanton Thurgau fortwährend im Nebel waren. Heiden in 800 *m*, oberhalb des Bodensee's, lag zeitweise im Nebel, zeitweise über demselben. Das Niveau des Nebelmeeres unterlag täglichen Schwankungen. Die Nebelfreiheit der Alpenthäler ist offenbar auf eine Föhnwirkung zurückzuführen. Der absteigende Luftstrom über dem Alpenkamm muss aus naheliegenden Gründen in Folge Verengung seiner Bahn in den Alpenthälern mit vermehrter, wenn auch absolut genommen, immerhin noch unerheblicher Intensität und Geschwindigkeit auftreten, so dass der so erwärmte und trockene Luftstrom die Nebelbildung erst weiter unten im Thal, in der Höhe von circa 500 *m* zu Stande kommen lässt. In der That weisen auch die Windbeobachtungen jener Thal-

stationen auf ganz leichte vom obern Thalende herkommende Winde.[1] Auf dieselbe Weise erklärt es sich, dass die Stationen jenseits des Jura, z. B. Basel und Rheinfelden, meist nebelfrei waren. Nur wo die Luft zur Ruhe kommt, wobei fortschreitende Erkaltung eintritt, sind die Bedingungen zur Nebelbildung in einer Weise vorhanden, welche ein permanentes Nebelmeer, wie es die Niederungen zwischen Alpen und Jura im November ausfüllte, ermöglichen. Am Südhange der Alpen ist es die an sich höhere Temperatur und dann ebenfalls die Föhnwirkung, welche die Nebelbildung hinderten. Die Südschweiz, inclusive des Wallis, von welchem dasselbe gilt, erfreute sich deshalb während der ganzen Periode des November-Maximums eines fast vollkommen heiteren Himmels. Eine Episode in der für die Niederungen so trüben, melancholischen, für die Höhen aber so angenehmen Nebelperiode verdient eine besondere Erwähnung, nämlich eine Hebung und Ausbreitung der Nebelschichte. Es war am 18. November, als in Folge der Verschiebung des Kerns des barometrischen Maximums vom südöstlichen Frankreich gegen Nordwestdeutschland der Wind auf dem Säntis nach E drehte, wo er mit einer mittleren Intensität von ca. 6 *m* per Secunde wehte, da gerieth auch das Nebelmeer in Bewegung. Chaumont mit 1128 *m* tauchte ganz in den Nebel, Gäbris mit 1253 *m* meldet an diesem Tage herumziehende Nebel und war zeitweise in denselben gehüllt, während Rigi-Kulm 1790 *m* und Säntis, sowie die oben erwähnten Stationen der Alpenthäler Chur, Gurtnellen, Linthal, ebenso Meiringen nebelfrei blieben. Dagegen hatten die Stationen jenseits des Rheins, Basel und Rheinfelden in Folge des vom Jura her in der Höhe ostwärts ziehenden Nebels bedeckten Himmel. Die durch die Luftdruckänderungen über Central-Europa bedingten Winde vermochten den oberen Theil der Nebelschichte in Bewegung zu setzen und so einen ostwärts ziehenden Nebelstrom zu bilden, wie er namentlich auf dem Gäbris und Chaumont beobachtet wurde, wo sich derselbe auch durch einen stark ausgeprägten, vorübergehenden Temperaturwechsel geltend machte."

Der Temperaturgang am 17. und 18. November, auf den Herr Billwiller hier anspielt, ist von besonderem Interesse, weil er zeigt, dass, sobald Druckdifferenzen auftreten, welche die Luft in horizontale Bewegung versetzen und die herabsinkende Bewegung stören, die Temperatur auf den Bergen sogleich sinkt, während sie in der Niederung steigt.

Tagesmittel der Temperatur.

	16.	17.	18.	19.		16.	17.	18.	19.		16.	17.	18.	19.
München	−0°7	4°9	1°0	0°4	Ischl	0°0	3°2	3°7	0°3	Wien	1°1	0°2	4°2	2°4
Wendelstein	1·8	−1·1	1·0	5·5	Schafberg	0·1	−1·0	0·9	4·0	Schneeberg	5·0	0·1	−1·0	0·7

In Wien herrschte am 16. Windstille, am 17. wehte lebhafter Westwind (Nachmittag und Abend Regen), am 16. und 17. Westwinde, vor- und nachher Ost und Nordost. In den später folgenden Tabellen der täglichen Beobachtungen einiger Hochstationen sieht man den Wärmerückgang in der Höhe sehr deutlich, namentlich bei Chaumont und Gäbris.

Der entgegengesetzte Wärmegang in der Höhe und Tiefe war namentlich auch charakteristisch für das Ende der Periode hohen Luftdruckes. Während in der Niederung die in Folge der Barometer-Minima im Nordwesten eintretenden heftigeren SW-Winde die Temperatur steigen machen, endet damit die Wärmeperiode in der Höhe und es tritt bei denselben SW- und S-Winden Kälte ein. Daraus sieht man doch ganz deutlich, dass diese Wärmeperiode nicht durch die südlichen Winde hervorgebracht wurde, welche an den westlichen Hochstationen der Alpen zuweilen, freilich schwach, herrschten, und dass dieselben nur locale Winde waren, durch Druckdifferenzen innerhalb des Barometer-Maximums selbst hervorgerufen. Sobald ein allgemeiner Gradient vorhanden ist, der stärkere Südwinde aus grösserer Entfernung hervorruft, wird es auf den Höhen kalt, in den Niederungen warm. Die grösste Wärme auf den Höhen bringt im Winterhalbjahr stets

[1] So besonders auch in Gargellen im Montafon. Siehe die Beobachtungen im Anhange. Zu Davos in ziemlich gleicher Seehöhe 1560 *m*, wo der obere warme Wind fehlte, war die Morgentemperatur viel tiefer. Die Temperatur um 7ʰ Morgens war zu Gargellen −2·8, zu Davos −2·8, dagegen um 1ʰ an letzterem Orte 9·4, zu Gargellen um 2ʰ 10·0, also mit Rücksicht auf die Seehöhe und spätere Stunde übereinstimmend. Davos hatte gleichfalls ganz heitere Witterung.

ein Barometer-Maximum, d. i. das Herabsinken der Luft, die föhnartige Erwärmung derselben. Auf dem Puy de Dôme herrscht am 25. Morgens SW_9, die Temperatur sinkt gegen den Vortag um 3°1, am 26. noch weiter um 3°7, zu Clermont steigt bei SSE am 25. die Temperatur um 12°1 und sinkt wieder etwas am 26. bei Windstille. Während auf dem Pic du Midi die Temperatur während des Barometer-Maximums sich über Null erhoben hatte, sinkt sie am 25. bei West auf —6° und später bis —19°. Auf dem St. Gotthard war die Temperatur bei schwachem Nord +1° bis —1° (20. bis 23.) und sinkt am 25. auf —7° bei Südwind.

Von Interesse sind ferner noch die Witterungsnotizen des Beobachters Peter Lechner auf dem Sonnblickgipfel während des Barometer-Maximums, die ich hier im Auszuge anführe.

Sonnblick, November 1889.

12. November. Ganzen Tag über keine Wolke am Himmel sichtbar. Bodennebel auf der Nordseite bis 2000 *m*, auf der Südseite bis 2300 *m* bis Mittag. Dann Nebel am Horizont. Abends ringsum alles klar.

13. Ganzen Tag keine Wolke am Himmel sichtbar. Im Möllthal unten sehr dunstig bis 4h Nachmittags, der Dunst reicht bis zur Höhe des Iselsberges.

14. Ganzen Tag über völlig heiter.

15. Heiter bis 1h Abends, dann in Nordwest Cirrusschicht sichtbar bis 6h. Abends 9h Höhenrauch.

16. Früh bis 5h Abends ringsum Cirrusschicht. Dann wieder alles klar. Abends Höhenrauch.

17. Früh in N und NE Nebel am Horizont. Schichtwolken in der Höhe ziehen nach SW. Abend 6h wieder alles rein, 9h Höhenrauch.

18. Ganzen Tag über einige Cirrusschichten in N und NE. Abends wieder alles klar.

19. und **20.** Von 4h bis 6h Nachmittags etwas Cirrostratus in SE und S, sonst alles klar.

21. Ganzen Tag über alles klar, Bodennebel in SW bis 800 *m*, in SE bis 1200 *m* den ganzen Tag bis Abends.

22. Morgens Cirrostratus in S bis 11h Vormittags. In den südlichen Thälern alles dunstig, sonst ringsum klar.

23. Ganzen Tag über heiter, nur im Süden hie und da etwas Cirrostratus sichtbar.

24. Im Süden Nebelstreifen, die anwachsen, so dass Nachmittags dort alles voll Nebel, $\frac{1}{2}$7h Abends wieder klar.

25. Bewölkt sich im Süden, SW, W und N mit Schichtwolken.

26. Früh Schichtwolken im S, Bodennebel bis 2500 *m*, dann $\frac{1}{2}$8h Sonnblick in Wolken, ganzen Tag schwacher Schneefall.

Die Sonnenschein-Registrirungen auf dem Sonnblick ergaben folgendes Resultat.

Vor dem Barometer-Maximum am 9., 10. und 11. fast gar kein Sonnenschein, im Ganzen 6 Stunden in 3 Tagen. Am 12. zugleich mit der Verlagerung des Centrums des Barometer-Maximums über Mittel-Europa beginnt der ungetrübte Sonnenschein und dauert bis zum 25. inclusive, wo schon die Barometer-Minima im NW auftreten. Der 26. ist sonnenlos.

Dauer des Sonnenscheins vom 12. bis 25. inclusive, d. h. während 14 Tagen.

Tageszeit	7—8	8—9	9—10	10—11h	11—Mittag	Mittag—1	1—2	2—3	3—4	4—5
Stunden	13·0	14·0	14·0	14·0	14·0	14·0	14·0	14·0	13·7	8·4

Es herrschte also in der That während der ganzen Dauer des Barometer-Maximums ununterbrochener Sonnenschein. Die Klarheit und Trockenheit der Luft in der Höhe während eines Barometer-Maximums kommt in diesen Aufzeichnungen zum vollen Ausdruck.

Einige andere Barometer-Maxima.

Es möge hier in Kürze auf einige andere Barometer-Maxima hingewiesen werden, welche zeigen, dass hohe Wärme und Lufttrockenheit in sehr grossen Seehöhen die ständigen Begleiter der Barometer-Maxima sind. Da die in den Jahrbüchern der k. k. Cent.-Anst. für Met. abgedruckten täglichen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel ohnehin jedermann zugänglich sind, so beschränke ich mich nur auf die Anführung einiger neuester Vorkommnisse im Winter 1889/90. Wer das gedruckte Beobachtungsjournal der Station Sonnblick durchgeht, findet in jedem Winterhalbjahr mehrfache Beispiele dafür, wie mit jedem Barometer-Maximum in 3100 *m* die Temperatur steigt und die Luftfeuchtigkeit sinkt. Die höchsten Temperaturen auf dem Sonnblickgipfel treten stets bei einem Barometer-Maximum ein. Er sieht aber auch (vide Salzburg, Bregenz), dass die Barometer-Maxima auf dem Sonnblick nicht etwa zum Theil ein Effect der Temperaturänderung sind,

sondern mit den Barometer-Maximis im Meeresniveau zusammenfallen, so dass also die hohe Temperatur oben wirklich vom Barometer-Maximum gebracht wird (nicht etwa umgekehrt).

Zunächst erlaube ich mir aus den von Dollfuss-Ausset publicirten Beobachtungen auf dem Theodul-Pass im Jahre 1865/66 einen interessanten Fall eines Barometer-Maximums hier auszugsweise anzuführen. Die Temperatur steigt in 3330 *m* und 2480 *m* mit dem Luftdruck, die Luftfeuchtigkeit sinkt. Der Wind ist NE am Theodul-Pass und St. Bernhard, am ersteren Orte sogar lebhaft, die Temperatur sinkt oben mit Eintritt des SW-Windes, unten steigt sie. Am 23. December hatte der Theodul-Pass in 3300 *m* die gleiche mittlere Temperatur wie Genf, das über 2900 *m* tiefer liegt, er war am 22. und 23. um $1^1/_2°$ wärmer als Martigny, das über 2800 *m* tiefer liegt. Dabei ist zu beachten, dass die Passlage der Station die Temperatur wahrscheinlich noch erniedrigt hat, die freie Atmosphäre war sicherlich noch wärmer.

Datum	December 1865											
	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Theodul-Pass 3330 *m*.												
Barometer 500 +	8·6	9·0	12·6	13·5	14·4	14·8	14·0	14·3	12·0	10·6	7·7	4·0
Temperatur-Mittel	—10·0	— 9·7	— 8·1	— 3·9	— 2·7	0·1	— 5·0	— 7·5	— 8·3	— 8·7	—10·2	11·4
„ 7h am	—10·8	—11·2	—10·0	— 5·8	— 4·0	— 7·0	— 4·0	— 9·2	— 9·0	— 9·0	—10·0	—13·2
„ Maximum	— 8·0	— 8·2	— 5·8	— 2·2	— 1·0	— 2·6	— 3·0	— 5·4	— 6·2	— 7·4	— 9·0	—10·0
Dampfdruck *mm*	1·3	1·1	1·0	2·0	1·4	1·2	1·3	1·2	1·3	1·3	1·3	1·5
Relative Feuchtigkeit	61	52	41	59	38	43	63	46	55	54	63	81
Bewölkung	0	0	0	0·7	0	0	0	0	0	1·7	0	10
Windrichtung	S	E	E	E	NE	E	NE	Calme	Calme	SW	SW	SW
Stärke	0·2	1·1	1·4	1·3	2·1	1·2	2·1	0·2	0·3	0·8	1·0	1·9
St. Bernhard 2476 *m*.												
Temperatur-Mittel	— 5·7	— 5·3	— 2·0	0.0	1·5	0·0	— 0·8	— 3·8	— 4·5	— 5·0	— 6·5	— 9·1
Maximum	— 3·0	— 3·2	— 1·8	1·2	4·0	1·0	0·4	— 1·1	— 2·0	— 3·0	— 4·2	— 7·5
Windrichtung	Var.	NE 1	NE 1	Var.	Calme	NE 1	NE 1	NE 1	NE 1	SW 1	SW 1	SW 2
Martigny 498 *m*												
Temperatur-Mittel	5·9	— 6·0	— 6·6	— 5·7	— 4·1	5·0	— 6·3	6·0	6·5	— 6·3	— 4.4	3·2
Genf 408 *m*												
Barometer 700 +	33·4	30·3	37·0	30·5	37·5	38·5	39·3	38·6	38·1	30·2	31·4	26·6
Temperatur Mittel	— 2·2	— 2·4	— 1·6	2·2	2·6	2·2	2·1	3·0	— 4·6	4·7	— 3·9	0·4
Feuchtigkeit Proc.	89	93	88	94	97	98	98	99	100	100	100	96

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung zu den Sonnblickbeobachtungen zurück.

In dem Winter 1889/90 traten noch mehrfach Barometer-Maxima über den Ostalpen auf, welche von entgegengesetzten Witterungserscheinungen auf den Berggipfeln und in der Niederung begleitet waren, gerade so wie das Barometer-Maximum des November, welches sich wesentlich nur durch seine lange Dauer auszeichnete. Wir wollen nur bei zweien derselben kurz verweilen.

Das eine ist das Barometer-Maximum vom 17. und 18. December 1889, dessen Centrum ziemlich genau auf die Ostalpen fällt und sich durch beträchtliche Intensität (780 *mm* am Meeres-Niveau) auszeichnet.

Die Temperaturen in den Thälern und in der Niederung waren um 7h Morgens:

Am **27.** Bregenz —9°6, Salzburg —6°5, Ischl —4°4, Graz —8°0, Klagenfurt —6°0, München —4·2, Zürich —4°5, Genf —5°0, Mittel —6°.

Am **28.** Bregenz —8°2, Salzburg —9°6, Ischl —11°6, Graz —7°8, Klagenfurt —11°7, München —9°0, Zürich —7°0, Genf —4·0, Mittel —8°.

Die Winde waren schwach, die Richtungen sehr verschieden, es herrschte vielfach Nebel.

Die Tagesmittel der meteorologischen Elemente auf dem Sonnblick waren folgende (die relative Feuchtigkeit ist hier dem Haarhygrometer von Koppe entnommen, weil das Psychrometer versagte. Die Trockenheit erscheint deshalb vielleicht etwas zu gross, obgleich das Hygrometer vorher und nachher wieder auf 100% zurückging):

Sonnblick 3100 *m*.

	December 1889				
	16.	17.	18.	19.	20.
Luftdruck 500+	21·7	20·9	28·5	20·3	21·9
Temperatur	−13·5	8·0	— 4·0	5·3	— 6·0
Relative Feuchtigkeit . .	52	21	55	54	82
Bewolkung	0·7	1·0	1·7	1·7	2·7
Wind	$NE_{1\ 4}$	$ENE_{2\ 3}$	$ENE_{1\ 3}$	$SW_{1\ 4}$	$SW_{4\ 3}$

Die Temperatur steigt und fällt genau mit dem Barometer (am 21. $B = 517{\cdot}7$, $t = -9{\cdot}1$), der Wind ist ENE. Auch auf dem Säntis herrschte ENE_{2-4} am 17., am 18. Morgens noch ENE_2 dann Stille; die Temperatur auf dem Säntis war am 17. —5°0 (Mittel 7^h, 1^h), am 18. +0°5 (detto), der Himmel hell, unten Nebelmeer bis circa 800 *m*. Bern hatte —6° und —7°5, Zürich —3°5 und —5°5, Glarus —8°5 und —9°0 (Mittel 7^h, 1^h nach den schweizerischen Wetterbulletins).

Der ENE-Wind auf dem Sonnblick und auf dem Säntis schliesst auch hier jede directe Herkunft der Wärme von Süden aus.

Es hat beinahe den Anschein, als ob der Sonnblickgipfel zuweilen schon in die Region der oberen Luftströmung hineinragen würde, welche die von einem Barometer-Minimum abfliessende Luft ist. Jedenfalls kann man aus den täglichen Wetterkarten mit Bestimmtheit entnehmen, dass fast in allen Fällen stärkerer Gradienten und entschiedener Winde in der Niederung, die Windrichtung auf dem Sonnblickgipfel sehr stark, zuweilen bis zu und über 90° von der unteren Windrichtung nach rechts abweicht, also z. B. bei vorherrschenden W- unten, oben NW- bis N- herrscht; bei N-Winden unten, oben NE; bei E-Winden unten, SE bis S oben. Dies tritt aber nur dann deutlich hervor, wenn, wie bemerkt, stärkere Gradienten ziemlich übereinstimmende Windrichtungen in den Niederungen über Mittel-Europa hervorrufen. Es steht diese Wahrnehmung auch in vollkommener Übereinstimmung mit den namentlich von Clement Ley und von Abercromby aus dem Wolkenzug abgeleiteten Schlüssen über die gesetzmässige Abweichung der oberen Windrichtung von der unteren.

Als sehr bemerkenswerth will ich noch das Barometer-Maximum vom 27., 28. und 29. März 1890 kurz erwähnen, welches am 28. mit seinem Kerne über den Ostalpen sich lagerte. Besonders beachtenswerth ist die Witterung auf dem Sonnblickgipfel während dieses Maximums deshalb, weil im Frühjahr die sonst auf den Berggipfeln ein Barometer-Maximum begleitenden Erscheinungen schon sehr selten zu Tage treten, wegen der starken Erwärmung der Niederung zu dieser Jahreszeit und die durch dieselbe bedingte sehr rasche Wärmeabnahme mit der Höhe, welche die aufsteigende Luftbewegung schon zu sehr begünstigt. Das Gefälle der oberen Luftschichten hat zuweilen im März eine starke Tendenz nach Süden und ruft deshalb weit von Norden kommende Winde hervor, welche häufig die grösste Kälte des Jahres bringen, wie es in der That sowohl im März 1889 wie im März 1890 der Fall war, wo die Temperatur an mehreren Tagen unter —30° sank, und die absoluten Minima des Winters eintraten. März und November, welche in der Niederung in ihren Temperaturmitteln so nahe übereinstimmen, stellen auf den Hochgipfeln grosse Gegensätze dar. Im November tritt die Wärmezunahme mit der Höhe häufig auf, im März dagegen höchst selten. Darum verdient das Barometer-Maximum Ende März 1890 besondere Beachtung.

Sonnblick 3100 *m*.

März 1889	Luftdruck-mittel	Tempe-raturmittel	Dampf-druck	Relat. Feuchtigkeit: Psychro-meter	Relat. Feuchtigkeit: Haarhy-grometer	Bewöl-kung	Windrichtung und Stärke	Temperaturdifferenz Sonnblick – Rauris: 7h	2h	9h
26.	519·3	—7°0	2·5	100	100	10·0	NNW_2	—12°1	—15°7	—13°2
27.	20·0	—5·3	1·8	50	47	2·0	N_2	— 8·2	19·1	— 8·8
28.	28·0	—1·0	2·7	67	52	3·7	NNW_3	— 3·9	17·2	0·4
29.	20·5	—1·5	2·7	65	54	1·0	W_2	— 3·7	22·2	0·8
30.	23·5	—1·7	3·1	78	70	1·0	SSW_1	— 5·2	20·0	10·1
31.	20·3	4·6	3·0	93	92	7.7	Var. Schnee	— 9·8	—17·5	- 13·2

Die Temperatur steigt wie immer mit dem Luftdruck, und sinkt mit demselben. Der Wind war während des Maximums des Luftdruckes und der Temperatur NWestlich, in Rauris wehte lebhafter N und NE. Die Intensität der Erwärmung der unteren Luftschichten ersieht man aus dem hohen Betrage der Temperaturdifferenzen: Sonnblick—Rauris um 2h Nachmittag. Am 29. entspricht der beobachtete Wärmeunterschied einer Temperatur-Abnahme mit der Höhe von 1° pro 100 *m*. Die wirkliche Temperatur-Differenz war wohl nicht so gross. In den Morgenstunden ist der Temperaturunterschied gering, und es ist recht wohl möglich, dass es in den ersten Morgenstunden sogar zu einer sogenannten „Temperaturumkehrung" gekommen ist.[1] Auf dem Sonnblick selbst war die tägliche Temperaturschwankung sehr gering, wie folgende Daten zeigen, welche die Temperatur um 7h, 2h und 9h angeben: **28.** —2°8, —1°0, —2°0. **29.** —1°8, —1°2, —1°6. **30.** —2°2, —1°0, —2°8. Hier war also die Wirkung der Isolation auf die Luftwärme sehr gering.

Das Temperatur-Minimum des März (und des Winters 1889/90) trat mit dem Minimum des Luftdruckes ein. Folgende waren die Tagesmittel des Barometerstandes und der Temperatur, sowie die absoluten Minima: 1. März 505·4 *mm*, —29°3, Min. —34°6; 2. März 503°2 *mm*, —30°1, Min. —33°0; 3. März 509·0 *mm*, —25°4, Min. —33°0; 4. März 512·9 *mm*, —21°0, Min. —26°0. Das dann folgende erste Barometer-Maximum des Monats am 12. März 527·0 *mm* war wieder von einem Temperatur-Maximum begleitet, Tagesmittel 6°0. Und so zeigt es sich stets, dass das Barometer und Thermometer genau den entgegengesetzten Gang haben.

Der Föhnsturm vom 9. und 10. October in den Ostalpen.

Werfen wir nun einen Blick auf die Witterungsverhältnisse auf dem Sonnblick zur Zeit der Herrschaft eines kräftigen, von weit her kommenden Südstromes. Ein solcher herrschte am 9. und 10. October 1889, zu welcher Zeit die Ostalpen sich gerade in der Mitte zwischen einem Barometer-Maximum im Osten und einem Barometer-Minimum im Nordwesten befanden.

Am 9. October lag ein tiefes Barometer-Minimum (730 *mm*) über Nord-England und hoher Druck (765 *mm*) über dem schwarzen Meere. Dieser Luftdruckvertheilung entsprechend, herrschten Süd- und SW-Winde über Mittel-Europa, im Süden der Alpen fielen grosse Regenmengen, auf der Nordseite derselben herrschte trockenes warmes Föhnwetter. Am 10. war die Situation ähnlich, nur dass das Minimum im NW sich verflacht hatte, während das Maximum nun den ganzen Osten von Europa einnimmt. An diesem Tage gab es, trotz des im Allgemeinen abgeschwächten Gradienten, heftige Föhnstürme auf der Nordseite der Ostalpen, bei denen wir nun etwas verweilen wollen.

Die Ursache dieses Föhnsturmes war höchst wahrscheinlich eine Theildepression, die längs des Nordrandes der Alpen am 10. October 1889 vorüberzog, und welche auch unsere Wetterkarte von diesem Tage durch eine starke Einbuchtung der Isobare von 750 *mm* bei Bregenz andeutet. Herr Dr. Erk in München meint wohl mit vollem Rechte, dass die Föhnstürme auf der Nordseite der Alpen stets im Gefolge solcher kleiner Theildepressionen auftreten.

[1] In Neukirchen, circa 100 *m* tiefer gelegen als Rauris, war die Temperatur 7h Morgens am 27. und 28. 0°4 und 0°2 C.

Auf der Südseite der Alpen fielen an diesem Tage grosse Regenmengen, z. B. zu Raibl 113 *mm* bei Südsturm (S_8 den ganzen Tag, am 11. bei S_{7-8} fielen sogar 173 *mm* und am 12. noch 110 *mm* bei Südsturm und Gewitter); zu Greifenburg (im Drauthal) 48 *mm*, zu Oberdrauburg 75 *mm* an den nächsten zwei Tagen noch 113 *mm*). In Kärnten gibt es grosse Überschwemmungen. Die Witterung auf der Südseite der Alpen bezeichnen überdies folgende Beobachtungen:

Lienz	am 10.	Temperatur	12°6,	Feuchtigkeit	86 Proc.,	Bewölkung	9·0,	Regen	30 *mm*.
Brixen	„ 10.	„	12·2,	„	94 „	„	9·7,	„	20
Gossensass	„ 10.	„	9·3,	„	85 „	„	10·0,	„	u. Gewitt. 19 *mm*.

Windstille und schwache Winde.

Bergbau Schneeberg in Tirol (2366 *mm*) Temperatur 1°8, Feuchtigkeit 100%, heftiger Weststurm, 93 *mm*. Niederschlag in Form von Schnee.

Anders war das Wetter auf der Nordseite der Alpen.

Witterung am 9. und 10. October 1889.

	Temperatur			Rel. Feuchtigkeit			Wind und Witterung
	7h	2h	9h	7h	2h	9h	
Innsbruck 600 *m*.							
9. October	9°4	17°0	10°4	82	49	49	SE_{3-5} halb heiter
10. „	18·0	18·0	9·4	42	53	89	Windstille und SE_1, trüb
Ischl 407 *m*.							
9. „	10·0	17·4	10·4	82	51	51	S_1 bis E_6 halb heiter
10. „	13·7	23·8	13·0	60	31	75	SE_2 SE_3 halb heiter, etwas Regen
Zell am See 750 *m*.							
9. „	6·0	10·2	13·2	91	60	57	Windstille, SW_2 halb heiter
10. „	11·1	21·0	11·0	64	28	75	Nachmittags SW_3, sonst schwacher NE, trüb
Neukirchen (Ober-Pinzgau) 840 *m*.							
9. „	4·0	18·0	13·0	90	30	57	Nachmittags SW_{6-7}, trüb
10. „	14·5	20·7	11·0	38	31	86	SW_{5-7}, trüb, Abends Regen
Rauris 940 *m*.							
9. „	12·0	18·2	11·8	57	35	97	SE_1 bis SE_2 trüb
10. „	15·7	20·8	10·0	42	33	50	SE_1 bis E_2, trüb, Regen Abends?
Sonnblick 3100 *m*.							
9. „	—2·0	—2·4	—2·0	94	94	94	SW und SE-Sturm, Schneesturm
10. „	—2·0	—2·0	—2·2	95	95	94	SW_8 bis WNW_7 Schneesturm

Kolm Saigurn hatte am 10. eine mittlere Temperatur von 10°0 bei Südsturm und ganz bedecktem Himmel, Abends Regen.

Der eifrige Beobachter zu Neukirchen im oberen Pinzgau, Herr Unterwurzacher macht folgende Witterungsnotizen:

Am 9. October früh Windrauschen auf den Bergen, um 1h Nachmittag beginnt der Wind auch im Thale. In der Nacht bis Morgen des 10. sehr starker Wind mit zwei Wolkenschichten, die höhere zieht langsam, die niedrigere stürmisch von SW. $10^1/_2{}^h$ Vormittag stärkster Wind, der viele Bäume umwirft und Dächer abhebt. Um 11h Vormittags trockenes Thermometer 22°2, feuchtes 12°0, relative Feuchtigkeit 22%, Dampfdruck 4·4 *mm*. — Am 11. Windrauschen auf den Höhen, am 12. Regen, in 6 Stunden 33 *m*. Überschwemmung der Salzach und der Gebirgsbäche.

Durch diese Beobachtungen zu Neukirchen, welche Station ich erst im Herbste 1889 mit einem Psychrometer versehen habe, wird nun gezeigt, dass es auch im oberen Pinzgau einen wahren Föhn gibt, der dort als

SW-Wind auftritt (Thalrichtung W nach E). Es scheint, dass im Dorfe Krimml der Föhn vielleicht noch intensiver auftritt. Krimml hat auch öfter im Winter schon die warme Luft der Anticyclonen, während tiefer unten im Hauptthale, auch in Neukirchen, die durch Strahlung stark erkaltete Luft sich lagert.

Die Temperaturabweichungen während des Föhn vom 10. October waren folgende:

Lienz 680 *m* (Südseite) +4°5, Sonnblick 3100 *m* +1°3, Nordseite: Kolm Saigurn 1620 *m* +6°9, Rauris 950 *m* +9°9, Ischl 467 *m* +8°5.

Brixen 580 *m* (Südseite) +1°8, Schneeberg 2366 *m* +0°9, Innsbruck (Nordseite) 600 *m* +7°9.

Der kräftige Südwind brachte, wie zu erwarten, überall eine Erwärmung, am geringsten war dieselbe in grossen Höhen, am grössten auf der Nordseite der Alpen.

Die Wärmeabnahme mit der Höhe war auf der Südseite des Sonnblick (Lienz 12°6, Sonnblick —2°3, Höhenintervall 24·2 Hectometer) 0°61 pro 100 *m*, auf der Nordseite zwischen Sonnblick und Kolm Saigurn 0·83, zwischen Sonnblick und Rauris sogar 0°92 pro 100 *m*.

Man sieht, dass selbst der sehr kräftige und andauernde warme Südstrom, der am 10. (und überhaupt in dieser Periode) herrschte, die Temperatur auf dem Sonnblick und auch am Schneeberg in Tirol in Höhen von 2400 bis 3100 *m* bei weitem nicht so hoch steigerte, wie dies die herabsinkende Luft im Centrum der Anticyclone später im November leistete. Die Temperatur in der Anticyclone vom 19.—23. November war trotz der vorgerückten Jahreszeit in diesen Höhen auch absolut noch wärmer, als die der Föhnperiode um den 10. October herum.

Das Barometer-Minimum am 1. October 1889.

Am 1. October 1889 trat zufällig der ziemlich seltene Fall ein, dass über Mittel-Europa und speciell über den Ostalpen ein barometrisches Minimum sich lagerte. Es ist nun von hohem Interesse, die Wärmeverhältnisse in diesem barometrischen Minimum näher zu betrachten und sie mit jenen in dem später folgenden grossen barometrischen Maximum vom November 1889 zu vergleichen, die wir vorhin ausführlich beschrieben haben.

Am 30. September zeigt die Wetterkarte zwei Barometer-Minima, das eine im westlichen Mittelmeerbecken südlich von Genua, das andere über Dänemark und der deutschen Nordseeküste. Zwischen beiden liegt über der Alpenkette ein Rücken höheren Druckes, der von dem Maximum im Golf von Biscaya ausgehend zungenförmig bis gegen Wien hin verläuft. Auf dem Sonnblick herrschten an diesem Tage Morgens SSE-Winde, Mittags stürmischer West, Abends mässiger Süd. Die mittlere Temperatur war —6°6 bei Nebel, Abends Schnee. Auf dem Schafberggipfel herrschten schwache Westwinde, dabei Nebel, Abends Schneefall.

Am 1. October Morgens liegt ein ausgedehntes Barometer-Minimum über Mittel-Europa. Die Isobare 755 *mm* umfasst auch noch das westliche Mittelmeer und den grösseren nördlichen Theil der Adria. Den niedrigsten Druck hatten: Wien 751·8, Budapest 752·3, Prag 752·5, Ischl 752·9, Bozen 751·8, Riva 752·5. Man kann also sagen, dass die Ostalpen in die mittlere Region dieses Minimums aufgenommen waren. Auch die Windrichtungen sprechen dafür, da sie südlich von den Alpen südlich, südwestlich und südöstlich, nördlich davon in Frankreich und Deutschland nördlich und nordöstlich, im Osten östlich waren. Die Winde waren schwach, ganz Mittel Europa hatte trübes regnerisches Wetter. Also die typische Witterung für ein Barometer Minimum. Auch auf den Berggipfeln der Ostalpen herrschten schwache, variable Winde. Auf dem Sonnblick (3100 *m*) S_3 bis WSW_3, auf dem Schafberggipfel W_1, auf dem Schneeberg (Tirol, 2366 *m*) W_1 und variable, schwache Winde, auf dem Säntis (2500 *m*) NE_0, Gotthard (2100 *m*) N_1 und NW_0. Auf dem Obir dagegen wehte lebhafter Ostwind (Stärke 5—7). Dies alles zeigt, dass in der That das Minimum über den Ostalpen lag, und auch, wie ja zu erwarten war, die Druckvertheilung in 2500 bis 3100 *m* Seehöhe mit jener an der Erdoberfläche wohl nahezu übereinstimmte.

Die Berggipfel waren in Wolken gehüllt, es fiel Schnee; in den Thälern, auf der Nordseite wie auf der Südseite, fällt Regen.

Am 2. October hat der Luftdruck zugenommen, das Minimum hat sich in zwei gespalten, das eine liegt südlich von den Alpen über der Adria und über Ungarn, das andere über Dänemark. Auf dem Sonnblickgipfel herrscht lebhafter NE und NNE bei tieferer Temperatur. Der Schneefall auf den höheren Bergen dauert an. Die Umkehrung der allgemeinen Luftströmung zeigt sich recht gut in der Änderung der Temperatur auf beiden Seiten des Sonnblick. Die Temperaturabweichungen vom dreissigjährigen Mittel waren am 1. und 2. October auf der Südseite zu Lienz —6°0 und —3°6, auf der Nordseite zu Rauris —3°6 und —6°0 überall bei Regen und schwachen Winden. Die Wärmeabnahme gegen den Sonnblickgipfel betrug am 1. October auf der Südseite 0°47 pro 100 *m*, auf der Nordseite 0°56, am 2. October umgekehrt auf der Südseite 0°70, auf der Nordseite 0°60 pro 100 *m*. Die Temperaturänderung mit der Höhe zwischen Brixen und Schneeberg (Tirol) war am 1. October 0°58, am 2. October 0°63 pro 100 *m*.

Das Barometer-Minimum am 1. October Morgens war nicht sehr tief, aber doch ganz beträchtlich. Die Abweichung des Luftdruckes vom dreissigjährigen Mittel war zu Ischl —10·6, auf dem Schafberg —10·7, auf dem Sonnblickgipfel —10·7, zu Lienz —8·6 *mm*. Die Luftdruckabweichung war also auf den Berggipfeln relativ grösser als in den Thälern, denn es ist z. B. der Quotient $\Delta B : B$ für den Sonnblick 0·020, für Ischl blos 0·015. Es sagt dies zunächst nichts anderes aus, als dass die Temperatur der Luftsäule zwischen Ischl und Sonnblick unter dem Mittel war, was durch die Temperaturbeobachtungen auch vollauf bestätigt wird.

Wir wenden uns nun der näheren Untersuchung der verticalen Temperaturvertheilung während des Barometer-Minimums vom 1. October zu. Die Temperaturen für den 2. October sind des Vergleiches wegen beigegeben, wir benützen sie aber nicht weiter. Während des 1. October selbst blieb die Temperatur sehr gleichmässig (z. B. Schafberg —0°3, —0°4, —0°5, Sonnblick —6°0, —5°0, —7°4, etc.), so dass man unbedingt die Tagesmittel in Rechnung stellen kann.

Temperatur-Mittel und deren Abweichungen vom Normale.

	Kremsmünster	Salzburg	Zell am See	Rauris	Kolm Saigurn	Schafberg	Schmittenhöhe	Schneeb. (Tirol)	Sonnblick
Höhe in Meter . . .	380	440	750	950	1020	1780	1950	2370	3100
				1. October 1889:					
Mittl. Temperatur . .	8°7	8°5	6°0	5°5	1°7	—0°1	—0°3	—2°1	—0°5
Abweichung	2·5	—2·8	—3·0	3·0	—5·3	—5·6	4·8	—4·7	—3·8
				2. October 1889:					
Mittl. Temperatur . .	0·9	0·8	5·0	3·1	0·5	—2·0	—2·0	—2·3	—9·8
Abweichung	—4·3	—4·5	—4·6	—0·0	—0·5	—8·1	—6·5	—4·9	—7·1

Die negative Temperaturabweichung der Luftsäule bis zu 3100 *m* Höhe während des Barometer-Minimums vom 1. October 1889 über den Ostalpen war ziemlich beträchtlich und gleichmässig;[1] die mittlere Höhe von circa 1700 *m* hatte die grösste negative Wärmeanomalie.[2] Bildet man Gruppen aus den Stationen benachbarter Höhen, so erhält man als mittlere Abweichungen:

Höhe	410	850	1700	2160	3100 *m*
Abweichung .	—2·7	—3·3	—5·5	—4·8	—3·8.

Die mittlere Temperaturabweichung der ganzen Luftsäule ist im rohen Mittel —4·0, mit Rücksicht auf das Gewicht (die Höhenintervalle) der einzelnen Abweichungen aber circa —4·3.

Während wir also früher für die Wärmeanomalie der Luftsäule bis zu 3100 *m* während des Barometer-Maximums vom 19.—23. November 1889 den Werth +6° gefunden haben, stellt sich derselbe für das Barometer-Minimum vom 1. October 1889 zu circa —4°3 heraus. Die Luft in dem Barometer-Minimum ist viel kälter als jene in dem Barometer-Maximum.

[1] Ferneres Beispiel: Brixen 580 *m* —4°4, Schneeberg 2370 *m* —4°7.

[2] Diese Erscheinung ist wohl nur eine zufällige und berechtigt kaum zu weiteren Schlüssen.

Diese Thatsache ist wohl von hinlänglich grosser allgemeiner Bedeutung für die Frage nach der Ursache der Lufteirculation in den Cyclonen und Anticyclonen, um noch etwas länger bei ihr zu verweilen und sie näher zu beleuchten.

Die Temperaturvertheilung in verticaler Richtung am 1. October 1889 ist durch folgende Mittelwerthe gegeben:

Höhe (Hectometer) .	4·1	8·5	17·0	21·6	31·0
Temperaturmittel .	8°6	6°0	0°8	—1°7	—6°5.

Die letzteren finden einen allgemeinen Ausdruck durch die Gleichung

$$t_h = 10°74 - 0·566\,h \qquad (h \text{ in Hektometern}),$$

daraus erhält man als mittlere Temperatur der Luftsäule von 4·1 bis 31·0 Hektometer den Werth 0°81.

Wenn wir damit die Temperatur in der Anticyclone vom November 1889 vergleichen wollen, so stossen wir auf die Schwierigkeit, dass damals die Temperaturvertheilung mit der Höhe eine sehr unregelmässige war. An der Erdoberfläche befand sich eine kalte Schichte, darüber, etwa von 800 oder 1000 *m* absoluten Höhe an, eine sehr warme, innerhalb welcher allerdings die Temperatur nach oben hin wieder abnahm. Die Temperaturvertheilung in dieser höheren Luftschichte lässt sich angenähert berechnen auf folgender Grundlage. Die Temperaturmittel sind der Tabelle auf S. 4 (404) entnommen.

Verticale Temperaturvertheilung in der Zeit vom 19.—23. November 1889:

Höhe (Hektometer) . .	12·7	17·7	21·2	25·0	31·0
Temperatur Tagesmittel	7°6	5°4	2°7	1°9	—2°0
„ 7^h Morgens	5·0	4·0	1·6	0·9	—1·8.

Für die Abhängigkeit der Temperatur von der Seehöhe findet man folgende Gleichungen, in welchen h' gleich $h-10$ gesetzt werden mag, weil unterhalb circa 1000 *m* eine kältere Luftschichte über der Erdoberfläche lagerte, und die Gleichungen ihre Giltigkeit verlieren.

Tagesmittel der Temperatur . $t_h = 9°11 - 0·519\,h'$

Temperatur um 7^h Morgens . $t_h = 6·32 - 0·380\,h'$.

h' in Hektometern, vom Niveau von 1000 *m* aus zu nehmen, unterhalb (vielleicht erst unterhalb 800 *m*) verlieren die Gleichungen ihre Giltigkeit.

Um die Temperatur im Centrum der Anticyclone ja nicht zu überschätzen, wollen wir nur die zweite Gleichung zur Rechnung verwenden. Sie gibt die Temperaturen jedenfalls etwas zu niedrig, weil die Beobachtungen an Stationen mit zu Grunde gelegt sind, welche keine Gipfellage haben (z. B. St. Bernhard, Schneeberg in Tirol u. s. w.), und die daher in Folge der nächtlichen Strahlung erheblich tiefere Temperaturen aufweisen mussten, als sie der freien Atmosphäre entsprochen hätten. Unsere Ansätze für die mittlere Lufttemperatur innerhalb der Anticyclone sind daher jedenfalls etwas zu niedrig.

Die Temperatur in dem Höhenintervall von circa 500 bis 1000 *m* ist schwer zu bestimmen. Für die unterste Luftschichte im mittleren Niveau 500 *m* geben die Beobachtungen (um 7^h Morgens) einen mittleren Werth von circa —2°7. Wir erhalten somit folgenden Vergleich der Temperaturen in einer Cyclone und einer Anticyclone von 500 bis etwa 3500 *m* Seehöhe; also von 3 *km* Mächtigkeit.

Seehöhe (Hektometer)	5	10	15	20	25	30	35
				Temperatur:			
Bar.-Minimum vom 1. October . . .	7°9	5°1	2°3	—0°6	—3°4	—6°2	—9°1
Bar.-Maximum vom 19.—23. November	—2·7	6·3	4·4	2·5	0·6	—1·3	—3·2
Diff. Bar.-Maximum — Bar. Minimum	—10·6	+1·2	+2·1	+3·1	+4·0	+4·9	+5·9

Der Luftkörper innerhalb der Anticyclone war demnach, von mindestens 1000 *m* Seehöhe an, auch absolut genommen, viel wärmer als jener des barometrischen Minimums vom 1. October, obgleich letzteres um mehr als $1^1/_2$ Monate früher, d. h. noch in der wärmeren Jahreszeit eintrat. Ferner sind die für das Barometer-Minimum eingesetzten Temperaturen Tagesmittel, jene für das Barometer-Maximum Morgentemperaturen, welche besonders in den unteren Höhenstufen erheblich zu niedrig sind.

Wir können nun auch die mittlere Temperatur einer Luftsäule von 3 *km* Höhe in dem Barometer-Minimum und in dem Barometer-Maximum berechnen. Für das letztere erlauben wir uns dabei die Annahme, dass in dem Intervall von 500 bis 1000 *m* die Temperatur proportional der Höhe zugenommen habe, wodurch die mittlere Temperatur dieser Stufe 1°8 wird. Dann erhalten wir:

Mittlere Temperatur einer Luftsäule von 3 *km* Höhe

A. In dem Barometer-Minimum vom 1. October . . . . —0°6 C.
B. „ „ „ Maximum „ 19.—23. November +1·6

Das Resultat der Abschätzung der Temperatur im Barometer-Maximum ist nur eine untere Grenze, die wahre mittlere Temperatur war wohl 2° oder darüber.

Wir können in dieser Beziehung noch eine Proberechnung anstellen. Da der Luftdruck während des Maximums vom 19.—23. November hinlänglich constant war, kann man versuchen, aus den Barometerständen die mittlere Lufttemperatur abzuleiten. Wir legen dieser Rechnung die folgenden Beobachtungen zu Grunde.

Ischl . .	$h =$ 466·9 *m*	$B =$ 736·43	$e =$ 3·8 *mm*
Schafberg .	1776·0	627·08	2·4
Sonnblick . .	3104·0	531·77	1·7.

Man erhält daraus als mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen

Ischl — Schafberg . . .	4°4
Schafberg — Sonnblick . . .	1·45
Ischl — Sonnblick	2·8.

Die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen 470 *m* und 3100 *m* war hiernach 2°8 C., was mit obiger Rechnung im Allgemeinen ganz gut übereinstimmt, wenn man berücksichtigt, dass die oben eingesetzten Morgentemperaturen eine untere Grenze für die mittlere Lufttemperatur vorstellen.

Wir können also die Thatsache constatiren, dass die mittlere Temperatur einer Luftsäule von der Erdoberfläche aus circa 3000 *m* hinauf in dem Barometer-Minimum vom 1. October 1889 jedenfalls um mehr als 2° niedriger war als jene in dem Barometer-Maximum, das $1^1/_2$ Monate später während der kälteren Jahreszeit eintrat.

Dass dieses Resultat nicht blos für das Barometer-Minimum vom 1. October 1889 giltig war, sondern eine Verallgemeinerung gestattet, natürlich nur dem Sinne der Temperaturabweichung nach, ist schon an sich wahrscheinlich, und wird vollauf bestätigt durch meine frühere Untersuchung über die Temperatur auf dem Sonnblickgipfel bei hohem und niedrigem Luftdruck (an der Erdoberfläche) überhaupt.[1] Ein Resultat derselben war: Die Cyclonen des Sommerhalbjahres bringen in einer Luftsäule von mindestens weit über 3000 *m* Höhe eine starke Abkühlung hervor; sie bedingen geradezu die stärksten Temperaturdepressionen, die im Sommer überhaupt eintreten. Die mittlere Temperatur der ganzen Luftsäule in einer Sommercyclone vom Boden bis jedenfalls über 5000 *m* ist niedriger, als die in einer Anticyclone.

[1] Über die Beziehungen zwischen Luftdruck und Temperatur Variationen auf Berggipfeln. Von J. Hann. Meteorol. Zeitschr. Jänner 1888.

Es ist wahrscheinlich, dass dies auch für die Wintercyclonen gilt, wenn man ihre Temperatur mit jener im Centrum einer Anticyclone vergleicht. Die Erwärmung, welche die Wintercyclonen an der Erdoberfläche bringen, und welche man für die ganze Luftsäule giltig angenommen hat, beschränkt sich zumeist auf die unteren Luftschichten; die Beobachtungen auf hohen Bergen zeigen, dass dort die grössten Erwärmungen stets mit Anticyclonen eintreten, je höher der Gebirgsgipfel ist, desto entschiedener tritt dieses Resultat hervor.

In sehr grossen Höhen, sagen wir z. B. oberhalb der Cirrusregion, mögen sich die Temperaturunterschiede zwischen Cyclonen und Anticyclonen wieder umkehren, möglicherweise auch nicht. Es lassen sich für die eine wie für die andere Annahme scheinbare Gründe vorbringen.

So viel steht aber jedenfalls fest, dass die Frage nach der Ursache der cyclonalen und anticyclonalen Bewegung der Luftmassen mit der Thatsache rechnen muss, dass bis zu Höhen von mindestens 4 bis 5 *km* hinauf die mittlere Temperatur des Luftkörpers im Centrum einer Anticyclone höher sein kann (vielleicht sogar immer höher ist), als jene im Centrum einer Cyclone.

Damit fallen die Ansichten, welche die Ursache dieser Bewegungen in dem Unterschiede des specifischen Gewichtes der Luftmassen in einer Cyclone gegenüber der Anticyclone gesucht haben, in dem „Auftriebe", dem die Luft in einer Cyclone unterworfen sein soll.[1]

Ferrel's Ansichten über die Natur der Anticyclonen, wie sie noch in dessen neuestem Werke: A popular treatise on the winds (London 1889), S. 342 vertreten werden, stehen gleicherweise mit den Thatsachen in ersichtlichem Widerspruch. Eine 14 Tage hindurch über ganz Mittel-Europa stationär lagernde Anticyclone, wie im November 1889, und so manche andere, die noch länger andauerte (December 1879, Jänner, Februar 1882 u. s. w.) kann doch nicht als Satellit oder Dependenz von Cyclonen angesehen werden und den Satz stützen: „The duration of the area of high pressure depends upon that of the cyclone" (S. 343). Es ist viel eher das Umgekehrte der Fall, die Cyclonen hängen von den Anticyclonen ab; diese letzteren beherrschen den allgemeinen Charakter der Witterung, und weisen den ersteren ihre Wege. Die Anticyclonen hängen auch nicht direct von der niedrigen Temperatur ab, wie Ferrel meint (S. 344); die Anticyclone vom November 1889 widerlegt diese Ansicht in schlagender Weise, ebenso wie den weiteren Satz: dass die Ursache der Anticyclone die durch die niedrige Temperatur gesteigerte Dichtigkeit der Luft ist. Das alles widerspricht den Beobachtungen und es ist eine Errungenschaft, die wir den Bergobservatorien verdanken, dass wir uns von diesen Vorurtheilen haben frei machen können, zu welchen die Beobachtungen an der Erdoberfläche allein verleiten mussten.

So lange man nur die Temperaturen an der Erdoberfläche selbst beobachtete, musste man in diesen Fehlschluss verfallen, welcher so natürlich und einleuchtend war. Dort, wo die kalte Luft auf der Erdoberfläche liegt, fand sich ja der hohe Luftdruck und umgekehrt; was war selbstverständlicher, als dass die Temperatur der Luftsäule als das Bedingende für die Druckverhältnisse betrachtet wurde.

Erst die Beobachtungen auf den Bergobservatorien, namentlich auf den Gipfelstationen, haben uns von diesem Vorurtheil befreit, und wir müssen nun schliessen, dass die Wärmeverhältnisse in den wandernden Cyclonen und Anticyclonen das Bedingte, nicht das Bedingende sind, dass sie Folgeerscheinungen der Bewegungsformen der Luftmassen sind, der aufsteigenden und niedersinkenden Bewegung im verticalen Kreislaufe der Atmosphäre. Es kann kaum noch einem Zweifel unterliegen, dass die Druckverhältnisse in den Barometer-Maximis und den Barometer-Minimis überhaupt in erster Linie durch diese Bewegungsformen der Luft selbst zu erklären sind. Die Kräfte, welche wir bei der Luftcirculation der höheren Breiten, namentlich im Winter, in Wirksamkeit sehen, stammen von der Wärme der Tropen, d. i. von dem Wärmeunterschiede zwischen den polaren Regionen und der Äquatorialzone. Die Cyclonen und Anticyclonen sind nur Theilerscheinungen in der allgemeinen Circulation der Atmosphäre. Die durch den oberen Gradienten polwärts in

[1] Wie sehr diese Ansichten früher herrschend waren, ersieht man z. B. aus der Abhandlung eines so ausgezeichneten Meteorologen wie Mohn in der Meteorol. Zeitschrift, Bd. XI [1876], S. 17—21.

Bewegung gesetzten Luftmassen lösen sich in höheren Breiten zum Theil in Wirbel auf, denen von der vorherrschenden Westcomponente der ersteren ihre hauptsächlichste Fortpflanzungsrichtung angewiesen wird. Der Einfluss der Verschiedenheit der Erdoberfläche, die verschiedene Erwärmung und Erkaltung des Landes und der Oceane, sowie die locale Zufuhr von Wasserdampf und dessen Condensation kommen dann in zweiter Linie in Betracht. Derselbe begünstigt oder stört die aufsteigenden oder absteigenden Wirbel, modificirt deren Bahnen und die Geschwindigkeit ihres Fortschreitens.

Ähnliche Ansichten waren es, die ich stets vertreten habe, allerdings lange Zeit ohne scheinbaren Erfolg, gegen die damals alles beherrschende Theorie des örtlichen Ursprungs der Barometer-Minima durch die Condensation des Wasserdampfes (vertreten von Mohn, Reye, Loomis, Blanford). Nun brechen sie sich mehr und mehr Bahn und werden herrschend. Am deutlichsten hat man bei Loomis gesehen, wie ihn die eigenen fortgesetzten Untersuchungen über das Verhalten der Barometer-Minima und -Maxima Schritt für Schritt genöthigt haben, die von ihm früher zäh festgehaltene sogenannte „Condensationstheorie" aufzugeben und die Entstehung, sowie die Fortbewegung der Cyclonen mit der allgemeinen Circulation der Atmosphäre in Verbindung zu bringen.

Dass die Barometer-Maxima der höheren Breiten eine ganz analoge Entstehung haben dürften, wie die subtropischen Gürtel hohen Luftdruckes, habe ich zuerst in einem Artikel: Bemerkungen zur Lehre von den allgemeinen atmosphärischen Strömungen (Zeitschr. für Meteorologie, XIV [1879], S. 38, 39) erörtert. Früher schon hatte ich die verticale Temperaturvertheilung in den Anticyclonen untersucht. In dem Artikel: Über die Entstehung eines Kältecentrums im Winter (Zeitschr. f. Meteorol. [1875], Bd. X, S. 210) habe ich nachgewiesen, dass die damals verbreitete, von hervorragenden Meteorologen (Loomis, Hildebrandsson) propagirte Ansicht, dass die Kälte in einem Barometer-Maximum auf die Kälte der dort herabsinkenden höheren Luftschichten zurückzuführen wäre, aus theoretischen Gründen, wie nach den Beobachtungen unhaltbar sei, und habe deren Ursprung als Ausstrahlungskälte an die Erdoberfläche selbst verlegt. Aus den täglichen Wetterberichten des Chief Signal Service selbst konnte gezeigt werden, dass die Beobachtungen auf dem Mt. Washington in dieser Hinsicht zu demselben Resultat führen, wie jene in unseren Alpen (S. 203). Ein Jahr später habe ich dann an einem bestimmten Luftdruck-Maximum, jenem von 23. Jänner bis 3. Februar 1876, nachgewiesen, dass die Wärme der höheren Luftschichten, die im Winterhalbjahr zuweilen bei gleichzeitiger Frostkälte an der Erdoberfläche auftritt, eine bekannte Erscheinung, die aber bis dahin als eine sonderbare Anomalie vereinzelt dastand, causal mit der Luftcirculation in einem Barometer-Maximum zusammenhänge (Zeitschr. f. Meteorol. [1876], Bd. XI, S. 129—135); damals aber hatten wir noch nicht so viele und so hoch gelegene Gipfelstationen in den Alpen, wie jetzt, namentlich aber fehlten die Beobachtungen der Luftfeuchtigkeit aus grossen Höhen, die einen so wichtigen Beweis für die Herkunft der oberen warmen Luftschichten liefern. Die vorliegende Untersuchung bringt die dort zuerst entwickelte Theorie zu einem gewissen Abschlusse.

Diese Theorie ist von mir nicht blos deductiv abgeleitet oder als blosse Ansicht hingestellt worden. Ich habe bei mehrfachen Anlässen Schritt für Schritt deren Übereinstimmung mit den Beobachtungen in allen Details nachgewiesen, so dass ich wohl mit Recht die Priorität für dieselbe in Anspruch nehmen darf.

Anhang.

Die täglichen Beobachtungen einiger Bergstationen während des Barometer-Maximums vom November 1889.

Sonnblick 3100 *m*.

November 1889	Luftdruck[1] 500 *m* + 7h	2h	9h	Temperatur Cels. Max.	7h	2h	9h	Dampfdruck Mittel	Relative Feuchtigkeit 7h	2h	9h	Bewölkung 7h	2h	9h	Windrichtung und Stärke 7h	2h	9h
12.	22·6	23·3	24·5	—11·1	—14·8	—13·2	11·6	1·4	100	100	58	0	0	0	NE_5	ENE_5	N_3
13.	26 1	27·4	28·2	— 6 6	— 9.8	— 7·2	— 7·2	1·0	66	60	63	0	0	0	ENE_3	NE_2	NNE_2
14.	28·6	28·8	29·5	6·0	— 7·4	— 6.8	— 8·0	1·9	75	79	66	0	0	0	NE_2	SSW_2	SSW_2
15.	29·6	29·9	30·6	— 5·8	8·2	— 6·6	— 7·0	2·0	77	75	75	0	0	0	ESE_1	S_3	SSW_3
16.	30·7	30·5	30·3	— 5·0	— 5·8	5·2	— 6·2	1·9	61	62	69	2	1	0	W_1	W_1	NW_1
17.	29·2	29·6	29·5	— 4·8	7·0	— 6·6	— 7·0	2 0	67	64	83	1	1	0	N_3	N_1	N_7
18.	29 4	29·7	30·5	— 5·0	— 6·8	— 6 0	7·0	2·4	87	95	75	2	1	0	E_5	N_5	NW_5
19.	31·5	32·5	33.1	2·5	3·8	— 3·0	— 3 8	1·5	32	54	38	0	0	0	N_5	E_3	NE_5
20.	33·2	33·2	32·4	— 0·4	1·0	2·2	— 3·8	1·1	26	25	38	0	0	0	NE_3	NW_3	NE_7
21.	31·8	32·2	32·7	0·2	— 3·4	— 2 0	0·2	1·0	49	49	28	0	0	0	NNW_5	SSE_1	E_1
22.	32·0	32·2	32·0	0·4	— 0·4	0·0	0·2	1·8	36	43	42	1	0	0	ENE_1	NE_1	NE_1
23.	30·7	29·8	29·3	0·0	— 0·4	— 1·6	3·4	2·3	45	60	73	0	0	0	NE_1	NE_0	ESE_1
24.	27·5	25·0	24·5	— 2·4	— 4·2	2·8	— 4·0	2 3	82	57	58	0	1	0	SW_5	SW_5	NW_2
25.	20·3	18·7	10·5	— 4·0	0·2	0·0	— 8·4	2·3	80	88	86	1	1	2	SW_7	SW_7	NW_7
26.	13·8	12·3	10·6	— 0·8	—10·0	— 7·4	—13·6	1·9	94	87	93	9	10*	10*	SW_3	WSW_1	ESE_1
27.	7·0	6·7	6·6	-12 0	14·2	—12·8	—13·0	1·6	100	100	100	6	2	10	W_3	W_5	W_8
28.	5 6	6·4	8·2	—13·0	—19·8	—19·2	—21·4	0·9	100	100	100	10*	10*	8	NNE_3	SSE_3	N^3

[1] Barometer Correction —0·19 *m*.

Säntis 2500 *m*.

	7h	1h	9h	Max	7h	1h	9h	Dampfd.	7h	1h	9h	7h	1h	9h	7h	1h	9h
14.	70·4	70 8	71·1	1·2	— 2·0	— 1·0	2·1	1·5	38	44	34	0	0	0	NW_2	NNE_1	SE_0
15.	71·2	71·0	72·3	0·2	— 0·2	- 0·2	0·2	1·0	41	43	22	1	2	0	SE_0	SE_1	WSW_1
16.	72·0	72·9	72·8	- 0·7	- 1·0	- 1·1	2·0	2·3	48	57	40	4	2	0	W_3	WSW_2	W_2
17.	72·1	72·2	72 2	0·4	— 3·0	0·9	— 1·4	2·0	52	52	49	1	2	0	WSW_2	NW_1	E_2
18.	72·0	72·0	73·3	2·0	0·2	1·9	1·0	2 5	49	51	40	1	1	0	ENE_2	E_2	ENE_2
19.	73·8	74·5	75 1	3·1	2·1	3·1	1·0	2 4	49	51	31	1	0	0	ESE_2	SE_2	S_1
20.	75·4	75·5	75·1	3·5	3·4	3·5	1·9	1·3	21	18	32	1	0	0	W_1	WSW_1	WSW_2
21.	73·0	73·7	74·0	4·3	2·7	4·3	4·1	1·0	37	24	17	1	0	0	E_3	E_2	E_1
22.	73·8	73·8	73·2	3·0	1·0	3·0	1·4	2·4	55	40	39	0	0	0	WSW_3	W_1	W_1
23.	71 9	71·4	70·5	2·7	2·2	2·2	0·2	1·7	35	38	28	1	0	0	W_1	WSW_2	WSW_3

Bergbau Schneeberg in Tirol 2360 *m*.

	7h	2h	9h	Max.	7h	2h	9h	Dampfd.	7h	2h	9h	Mittel	7h	2h	9h
14.	80·0	80·3	80·4	—	— 1·8	0·0	2·6	3·1	67	95	62	0·0	E_1	E_1	E_1
15.	80·8	81·4	80·8	—	3·2	— 0·6	— 2·8	3·1	85	93	51	0·0	E_1	E_1	E_1
16.	81·9	82·4	81·8	—	— 3·0	— 1·0	— 3·0	3·1	71	84	82	0·0	E_1	N_1	N_1
17.	82·0	81·8	81·3	—	— 3·0	— 1·0	— 2·8	3·5	82	93	97	0·0	N_1	N_1	N_1
18.	81·2	81·9	82·4	—	— 1·0	1·2	- 1·0	3·6	96	81	67	0·0	E_1	E_1	E_1
19.	82·7	83·9	83·2	—	1·2	2·4	0·0	3·5	82	66	64	0·0	E_1	E_1	E_1
20.	84·5	84·2	84·7	—	1·6	3·4	0·9	3·3	76	50	58	0·0	E_1	E_1	E_1
21.	82·9	83·4	83·6	-	1·2	2·0	— 1·2	3·4	82	71	54	0·0	NE_1	N_1	N_1
22.	82·7	83·2	83·7		2·0	3·8	- 1·8	3·5	77	49	88	0·0	E_1	NE_1	NE_1
23.	81·0	80·5	79·7	—	1·0	2·6	— 0·4	3·4	88	63	53	0·0	E_1	E_1	NE_1
24.	78·4	75·0	75·4	—	— 2·0	— 2·0	— 3·4	3·0	82	100	100	0·0	E_1	NE_1	N_1

Hoch-Obir 2044 *m.*

November 1889	Luftdruck[1] 600 *m* + 7h	2h	9h	Max.	Temperatur Cels. 7h	2h	9h	Dampfdruck Mittel	Relative Feuchtigkeit 7h	2h	9h	Bewölkung Mittel	Windrichtung und Stärke 7h	2h	9h
14.	3·5	3·8	4·0	5·4	0·8	5·2	1·0	3·8	94	53	71	0·0	N_1	0	N_1
15.	4·3	4·7	5·1	4·2	1·1	4·0	1·3	2·9	94	38	41	0·0	N_1	0	N_1
16.	5·7	5·1	5·1	0·8	1·2	6·5	1·0	3·4	92	45	53	0·0	N_1	0	W_1
17.	4·4	4·5	4·4	3·0	0·0	2·5	— 1·5	4·5	90	94	94	0·0	N_2	0	W_2
18.	4·1	4·3	4·0	1·5	— 1·1	1·0	— 2·0	3·2	90	45	82	0·0	N_2	N_1	N_2
19.	5·5	0·0	0·7	5·1	0·0	5·0	2·8	3·4	60	30	93	0·0	N_1	N_1	W_3
20.	7·2	7·0	0·8	0·1	3·0	5·5	2·0	4·0	94	32	87	0·0	NW_3	W_2	N_1
21.	0·4	6·4	0·9	7·1	0·6	7·0	3·1	3·8	90	30	86	0·0	N_1	0	0
22.	0·2	6·2	0·5	10·1	3·2	10·1	3·0	4·6	92	41	85	0·0	W_1	0	0
23.	4·7	4·0	3·5	9·1	4·8	7·8	3·0	3·7	82	38	58	0·0	W_1	W_1	0
24.	2·0	0·4	99·1	7·1	2·2	0·5	3·1	3·2	83	30	49	0·0	0	W_1	SE_1
25.	95·3	92·4	90·8	4·0	1·0	3·5	— 4·0	3·5	91	51	90	3·3	E_5	SW_1	SW_5

[1] Barometer-Correction +0·42.

Baumgartnerhaus, Schneeberg 1402 *m.*

	7h	2h	9h	Max.	7h	2h	9h	Dampfd.	7h	2h	9h	Mittel	7h	2h	9h
14.	47·8	47·9	47·8	—	2·0	8·0	1·0	4·3	90	45	83	0·0	—0	—0	0
15.	49·0	49·5	50·2	—	1·7	0·8	2·4	4·3	94	46	69	0·0	—0	—0	—0
16.	50·3	49·4	49·0	—	4·8	10·1	2·0	3·4	41	41	79	0·3	—0	S_2	SW_6
17.	49·1	48·4	48·4	—	0·0	0·8	0·2	4·5	98	93	96	0·7	SE_1	SW_5	SW_1
18.	48·6	49·5	49·5	—	— 2·4	2·3	— 2·8	3·0	96	95	96	1·7	W_1	SE_1	—0
19.	50·2	51·0	51·3	—	3·0	10·2	0·4	2·8	44	41	34	0·3	—0	NW_1	—0
20.	51·4	51·5	51·5	—	5·8	9·4	2·0	2·0	30	24	90	0·0	W_2	W_1	NE_1
21.	51·0	51·4	50·8	—	— 3·8	0·0	3·2	3·5	95	50	55	0·0	—0	—0	—0
22.	50·8	50·3	49·7	—	5·8	12·0	5·0	3·0	37	30	30	0·0	0	—0	NE_2
23.	49·0	48·1	47·8	—	5·1	10·4	3·0	3·1	33	38	70	0·0	—0	SW_2	—0
24.	45·9	45·0	43·2	—	1·2	13·4	5·0	2·0	57	27	33	0·0	N_2	SW_3	SW_4
25.	30·3	30·0	32·7	—	2·0	8·4	2·0	3·0	60	33	52	0·0	—0	SW_5	SW_4

Schmittenhöhe 1940 *m.*

	Temperatur Cels. 7h	2h	8h	Bewölkung Mittel
14.	— 1·0	2·0	— 2·0	0·0
15.	0·0	2·0	0·0	0·0
16.	0·0	1·0	— 2·0	0·0
17.	— 3·0	— 3·0	— 4·0	0·7
18.	— 1·0	2·0	1·0	0·7
19.	0·0	0·0	2·0	0·0
20.	0·0	0·0	2·0	0·0
21.	0·0	4·0	1·0	0·3
22.	4·0	5·0	2·0	0·0
23.	2·0	4·0	0·0	0·0
24.	1·0	3·0	1·0	0·0
25.	— 2·0	4·0	— 1·0	0·0
26.	— 5·0	— 0·0	— 7·0	10·0

Schafberg 1776 *m.*

	Luftdruck[1] 600 *mm* + 7h	2h	8h	Temperatur Cels. 7h	2h	8h	Bewölkung Mittel
14.	23·1	23·3	24·0	0·4	8·0	1·5	1·0
15.	24·2	23·3	23·4	2·0	0·0	0·4	1·0
16.	24·2	24·2	24·0	0·4	0·8	1·0	1·1
17.	20·1	24·5	23·9	— 2·0	— 0·8	— 2·0	7·3
18.	24·1	25·4	20·0	2·5	4·0	0·0	4·3
19.	20·0	27·1	27·0	1·0	8·7	3·0	1·0
20.	27·7	27·9	27·0	3·8	7·5	2·3	1·0
21.	26·7	26·0	25·9	1·0	8·0	5·0	0·7
22.	20·0	25·7	25·4	3·0	7·5	5·2	1·0
23.	24·0	23·8	22·0	3·0	0·0	3·5	0·3
24.	21·1	19·1	17·8	2·0	7·0	3·0	0·7
25.	13·3	10·2	9·0	2·5	7·5	— 0·5	1·3
26.	8·2	6·9	5·8	— 6·0	5·7	— 0·5	0·7

[1] Barometer-Correction +0·86.

Gargellen 1440 *m.*

	Temperatur Cels. 7h	2h	9h	Dampfdruck Mittel	Relative Feuchtigkeit 7h	2h	9h	Bewölkung Mittel	Wind
14.	— 0·0	0·0	1·2	3·4	83	39	75	0·0	S_1
15.	0·0	0·4	1·4	3·0	87	45	70	0·0	S_1
16.	1·8	6·4	0·6	3·4	59	48	78	0·0	SSW_1
17.	1·0	5·4	1·0	2·0	21	43	75	0·0	SSW_1
18.	0·4	8·8	2·4	3·3	68	41	63	0·0	S_1
19.	1·2	9·0	3·8	3·0	60	35	47	0·0	S_1
20.	3·2	10·4	4·4	2·5	42	29	40	0·0	S_2
21.	3·4	10·8	3·6	2·4	38	26	47	0·0	S_1
22.	3·0	10·0	3·8	2·8	47	34	44	0·0	S_1
23.	2·6	9·2	3·8	2·9	40	38	44	0·0	S_1
24.	3·0	9·4	1·8	2·6	30	30	50	0·0	S_2
25.	4·4	9·8	2·4	2·5	33	29	54	2·7	S_2
26.	— 2·0	0·4	— 2·8	3·7	100	73	90	8·7*	NW

St. Bernhard 2476 *m.*

November 1889	Luftdruck 500 *m* + 7ʰ	1ʰ	10ʰ	Temperatur Cels. 7ʰ	1ʰ	10ʰ	Bewölkung Mittel	Wind Mittel
14.	72·3	72·4	72·9	— 3·1	1·5	— 3·0	0·0	SW_1
15.	73·1	73·7	74·5	2·5	1·1	2·3	0·0	NE_1
16.	74·0	75·0	75·1	2·2	1·3	2·8	0·0	NE_1
17.	74·1	74·0	73·8	2·7	2·0	2·5	0·0	NE_1
18.	73·9	74·3	75·0	1·0	2·0	1·2	0·0	SW_1
19.	75·8	76·0	77·5	0·5	4·2	2·5	0·0	SW_1
20.	77·0	77·3	77·2	0·2	5·0	2·0	0·0	SW_1NW_1
21.	76·0	75·7	76·2	0·8	3·5	0·7	0·0	NE_1
22.	76·0	75·7	75·3	1·1	4·7	0·8	0·0	NE_1
23.	74·0	73·3	72·7	0·5	3·0	1·5	0·0	NE_1

Chaumont 1130 *m.*

Temperatur Cels. 7ʰ	1ʰ	10ʰ	Relative Feuchtigkeit 7ʰ	1ʰ	10ʰ	Bewölkung Mittel	Wind Mittel
1·7	10·1	3·2	95	58	79	0·0	W_0
4·0	10·3	3·5	67	55	65	0·0	NW_1
2·8	9·4	2·9	68	61	80	0·7	NW_0
3·1	0·7	1·4	95	72	100	0·0	W_0
1·1	- 0·3	1·5	100	100	90	10·0	E_1
— 2·3	10·0	5·1	100	38	30	0·0	W_0
7·1	15·5	4·0	35	28	40	0·0	W_0
5·3	13·1	7·1	30	30	35	0·0	W_0
0·7	14·0	0·5	30	33	31	0·0	W_0
5·5	13·0	4·2	30	24	38	0·0	W_0

Rigikulm 1700 *m.*

	Temperatur Cels. 7ʰ	1ʰ	9ʰ	Dampfdruck Mittel	Relative Feuchtigkeit 7ʰ	1ʰ	9ʰ	Bewölkung Mittel	Windrichtung und Stärke 7ʰ	1ʰ	9ʰ
14	1·1	3·9	0·9	3·4	50	54	79	0·3	SE_1	SE_1	W_1
15.	0·0	3·7	2·7	3·2	64	65	50	1·0	NW_1	SW_1	E_1
16.	2·3	1·0	0·0	3·3	62	60	69	1·3	W_1	W_1	W_1
17.	0·7	2·0	0·1	3·9	80	75	92	1·3	W_1	SW_1	E_1
18.	2·7	5·8	3·9	4·0	95	59	42	1·0	E_1	E_1	W_1
19.	2·7	5·1	4·4	2·9	47	40	48	0·3	SW_1	W_1	W_1
20.	5·7	7·9	5·3	3·2	42	47	44	0·3	W_1	SW_1	E_1
21.	6·7	7·4	5·3	3·1	39	47	50	0·7	E_1	SW_1	W_2
22.	4·2	7·5	4·9	2·8	50	27	44	0·7	W_2	SW_1	E_1
23.	2·9	0·7	4·4	2·9	70	31	38	0·7	SW_1	W_1	W_1

Gäbris 1253 *m.*

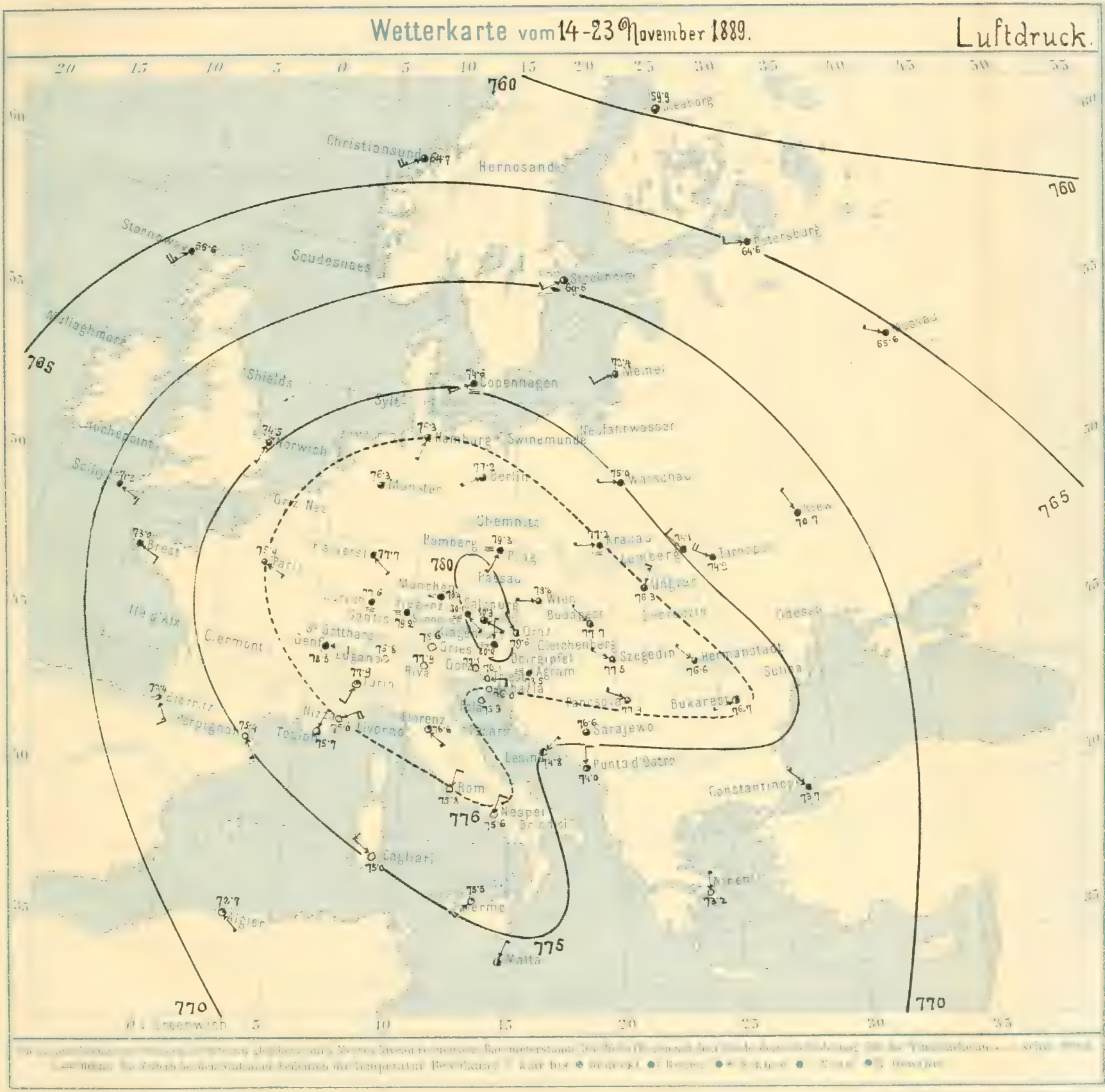
Temperatur Cels. 7ʰ	1ʰ	9ʰ	Bewölkung Mittel	Wind Mittel
2·8	7·2	3·4	0·0	NNW_1
5·4	8·3	5·2	0·0	N_1
5·4	5·2	2·0	2·7	N_0
3·4	0·6	0·4	5·3	NE_1
0·4	3·2	2·0	4·0	NE_0
5·2	8·4	0·8	0·7	NW_0
5·2	11·0	7·4	0·0	N_0
7·7	8·0	8·2	0·0	$E_{0,5}W_1$
12·4	0·4	7·0	0·0	N_0
6·9	0·3	7·3	0·0	NNE_0

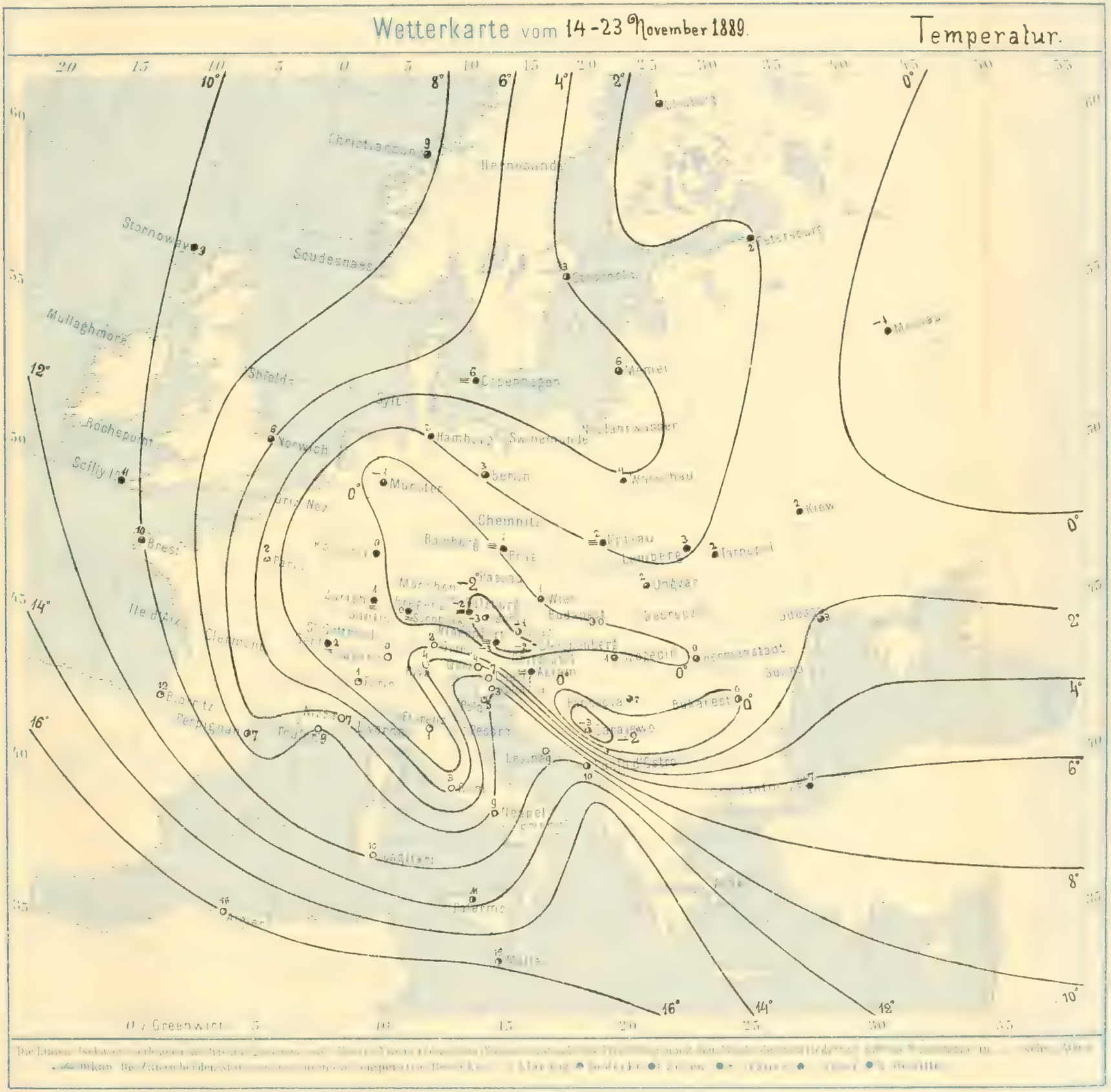
Schneekoppe 1603 *m.*

	Luftdruck Cels. 7ʰ	2ʰ	9ʰ	Temperatur Cels. 7ʰ	2ʰ	9ʰ	Dampfdruck Mittel	Relat. Feuchtigkeit	Bewölkung Mittel	Windricht. u. Stärke 7ʰ	2ʰ	9ʰ
14.	635·0	35·0	36.2	-0·8	0·0	-0·4	2·9	64	0·0	N_1	N_1	N_2
15.	38·0	38·1	38·5	1·0	4·0	3·0	3·9	66	0·0	SW_1	SW_1	SW_2
16.	37·0	36·8	36·9	1·3	2·9	1·0	3·4	93	1·7	NW_2	NW_2	NW_1
17.	35·1	35·0	34·0	—0·2	—4·2	-4·3	3·7	100	10·0	SW_2	SW_2	NW_0
18.	35·0	37·8	38·7	—5·7	—4·7	—5·8	3·1	100	10·0	N_2	N_1	N_2
19.	38·5	39·0	38·5	1·1	2·3	1·7	3·4	95	0·0	W_2	NW_2	NW_2
20.	38·3	38·5	39·5	—4·8	— 2·2	-2·6	3·6	100	10·0	N_2	N_2	N_2
21.	40·2	40·0	40·0	-0·2	3·3	2·4	3·2	71	0·0	S_1	S_2	S_2
22	39·1	38·2	38·1	4·7	5·0	3·8	4·2	68	0·0	S_2	S_2	S_1
23.	36·0	35·0	35·5	3·0	4·0	2·0	3·0	60	0·0	SW_2	SW_2	S_1

Eichberg 350 *m.*

Temperatur Cels. 7ʰ	2ʰ	9ʰ	Bewölkung Mittel
0·6	5·6	—1·0	3·7
3·0	7·1	—1·2	0·0
—3·0	5·5	3·4	6·7
4·8	5·0	3·1	9·3
2·0	4·0	2·1	9·0
1·5	3·0	3·1	9·3
2·9	4·1	4·0	9·7
3·2	5·5	0·4	4·3
-3·9	4·1	—2·0	0·0
—5·3	2·2	—5·3	0·0


Wetterkarte vom 14-23 November 1889.
Luftdruck.
760
765
770
775
780
785
Christiansund
Hernosand
Stornoway
Scudesnaes
Petersburg
Stockholm
Valentia
Shields
Sylt
Kopenhagen
Memel
Norwich
Hamburg
Swinemünde
Fahrwasser
Scilly
Berlin
Warschau
Münster
Brest
Paris
Ile d'Aix
Clermont
Bamberg
Prag
Krakau
Lemberg
Tarnopol
Kiew
München
Passau
Salzburg
Wien
Budapest
Debreczin
Odessa
Gotthard
Lugano
Ofen
Gratz
Fleischenberg
Szegedin
Hermannstadt
Schiltza
Turin
Riva
Udine
Agram
Semlin
Bukarest
Perpignan
Nizza
Toulon
Livorno
Florenz
Sarajewo
Rom
Neapel
Punta d'Ostro
Constantinopel
Cagliari
Malta
Algier
Lesina
Brindisi
Ancona
Triest
Meeresspiegel


Wetterkarte vom 14-23 November 1889.
Temperatur.
Stornoway
Scudesnaess
Mullaghmore
Shields
Rochepoint
Scilly Isl.
Brest
Ile d'Aix
Perpignan
Christiansund
Hernösands
Petersburg
Skudesnäs
Kopenhagen
Memel
Yarmouth
Hamburg
Swinemünde
Neufahrwasser
Wisby
Münster
Bremen
Emden
Helder
Utrecht
Arnheim
Cleve
Aachen
Trier
Metz
Karlsruhe
Mannheim
Frankfurt
Wiesbaden
Cassel
Göttingen
Berlin
Posen
Krakau
Lemberg
Jassy
Kiew
Odessa
Bukarest
Hermannstadt
Kronstadt
Temesvar
Agram
Triest
Venedig
Pola
Palermo
Malta
Lissabon
Cadix
Gibraltar
Algier
Oran
Greenwich

EINIGE

SÄTZE ÜBER DIE FUNCTIONEN $C_n^\nu(x)$

VON

LEOPOLD GEGENBAUER,

C. M. K. AKAD.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. MÄRZ 1890.

Ich werde in den folgenden Zeilen eine Reihe von neuen Theoremen aus der Theorie der Functionen $C_n^\nu(x)$ mittheilen. Im ersten Capitel stelle ich verschiedene Integralausdrücke für die Functionen $C_n^\nu(x)$ und $D_n^\nu(x)$ auf, mit deren Hilfe sodann im zweiten Abschnitte mehrere nach den Functionen $C_n^\nu(x)$ fortschreitende Reihen als bestimmte Integrale dargestellt und einige höchst merkwürdige Darstellungen des Jacobi-Legendre'schen Symbols durch vielfache bestimmte Integrale abgeleitet werden. Im dritten Capitel werden hierauf verschiedene Relationen ermittelt, die sich theils auf die Functionen $C_n^\nu(x)$, theils auf Producte von zwei solchen Functionen beziehen, und einige Eigenschaften der Coëfficienten dieser Functionen, sowie ein Satz über das Zeichen eines gewissen von ihnen abhängigen bestimmten Integrales angegeben, endlich im vierten Capitel verschiedene zahlentheoretische Functionen mit Hilfe der Functionen $C_n^\nu(x)$ durch vielfache Integrale ausgedrückt und aus diesen Darstellungen die asymptotischen Werthe einiger der erwähnten Integrale abgeleitet.

1. Da die Functionen $C_n^\nu(x)$ und $D_n^\nu(x)$ specielle hypergeometrische Reihen sind und daher mit Hilfe der Gauss'schen und Kummer'schen Umformungen in mannigfacher Weise durch solche Reihen ausgedrückt werden können, so ergeben sich aus jeder, gewisse Bedingungen erfüllenden Integraldarstellung der allgemeinen oder von geeigneten speciellen hypergeometrischen Reihen ein oder mehrere Integralausdrücke für die allgemeinen oder eventuell specielle Functionen $C_n^\nu(x)$ und $D_n^\nu(x)$.

So liefern z. B. die von mir aufgestellten allgemeinen Formeln

$$\int_0^\infty e^{-ax} x^\rho J^\mu(a_1 x) = \frac{\Pi(\rho+\mu) a_1^\mu}{2^\mu \Pi(\mu) a^{\rho+\mu+1}} F\left(\frac{\rho+\mu+1}{2}, \frac{\rho+\mu}{2}+1, \mu+1, -\frac{a_1^2}{a^2}\right)^{1)} \qquad (|R(a)| > J(a_1))$$

1) „Über einige bestimmte Integrale". Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturw. Classe, 72. Band, II. Abtheilung.

1 *a*) $$\int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^\nu(x)\,dx}{(1-cx)^\mu} =$$

$$= \frac{\Pi(\nu-1)\,\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(n+2\nu-1)}{2^{n+1}\Pi(n+\nu)\Pi(n)\Pi(\mu-1)}\left[\frac{2^\nu \Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2 c^n F\left(\frac{n+\mu}{2}, \frac{n+\mu+1}{2}, n+\nu+1, c^2\right)^{1)} \qquad (|c|<1)$$

für die Function

1) $$D_n^\nu(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} \frac{\Pi(n+2\nu+2\lambda-1)}{2^{n+2\lambda+1}\Pi(\lambda)\Pi(n+\nu+\lambda)x^{n+2\nu+2\lambda}}$$

$$= \frac{\Pi(n+2\nu-1)}{2^{n+1}\Pi(n+\nu)x^{n+2\nu}} F\left(\frac{n}{2}+\nu, \frac{n+1}{2}+\nu, n+\nu+1, \frac{1}{x^2}\right)$$

die Integralausdrücke

$$D_n^\nu(x) = \frac{z^{\nu-1}}{i^{n+\nu}}\int_0^\infty e^{-xz} z^{\nu-1} J^{n+\nu}(iz)\,dz \qquad (|x|>1)$$

$$D_n^\nu(x) = \frac{\Pi(n)\Pi(2\nu-1)}{\Pi(n+2\nu-1)\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu \Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-z^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^\nu(z)\,dz}{(x-z)^{2\nu}} \qquad (|x|>1).$$

Es ergibt sich ferner aus der Verbindung des Euler'schen Integrales für die hypergeometrische Reihe

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x^2) = \frac{2\Pi(\gamma-1)}{\Pi(\alpha-1)\Pi(\gamma-\alpha-1)}\int_0^1 z^{2\alpha-1}(1-z^2)^{\gamma-\alpha-1}(1-x^2z^2)^{-\beta}\,dz$$

in welchem x^2 nicht auf der Strecke $1 \ldots \infty$ liegen darf, mit einer der Relationen

2) $$C_n^\nu(x) = \frac{\Pi(n+\nu-1)}{\Pi(n)\Pi(\nu-1)}\xi^n F(\nu, -n, -n-\nu+1, \xi^{-2})$$

3) $$D_n^\nu(x) = \frac{2^{2\nu-1}\Pi(\nu-1)\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n+\nu)}\xi^{-(n+2\nu)} F(\nu, n+2\nu, n+\nu+1, \xi^{-2})$$

$$2x = \xi+\xi^{-1}$$

für die Functionen $C_n^\nu(x)$ bez. $D_n^\nu(x)$ die Formel

3 *a*) $$C_n^\nu(x) = \frac{\Pi(n+2\nu-1)}{2^{2\nu-1}[\Pi(\nu-1)]^2\Pi(n)}\int_0^\pi (x \pm \cos\varphi\sqrt{x^2-1})^n \sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi$$

$$D_n^\nu(x) = (-i)^{2\nu-1}\frac{\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)}\int_0^\infty \frac{(\sin it)^{2\nu-1}\,dt}{(x+\sqrt{x^2-1}\cos it)^{n+2\nu}}$$

$$D_n^\nu(x) = (-1)^{2\nu} i^{n+2\nu}\frac{\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)}\int_0^{\log\sqrt{\frac{x+1}{x-1}}} (x-\sqrt{x^2-1}\cos iv)^n (\sin iv)^{2\nu-1}\,dv.$$

---

[1]) „Zur Theorie der Functionen $C_n^\nu(x)$." Diese Denkschriften, 48. Band.

Andere Integralausdrücke fliessen aus der von den Herren Sonine[1]) und P. Schafheitlin[2]) mitgetheilten interessanten Integraldarstellung der hypergeometrischen Reihe, welche unter dem Integralzeichen ein Product von zwei Bessel'schen Functionen erster Art enthält. Dieselbe ist übrigens nichts anderes, als eine einfache Umformung des eben angeführten Euler'schen Integrales. Ersetzt man nämlich in demselben den Factor $(1-x^2z^2)^{-\beta}$ mit Hilfe der von Herrn Sonine a. a. O. aufgestellten Relation

$$\int_0^\infty J^n(bz)J^m(az)\,z^{m-n+1}dz = \frac{b^m(a^2-b^2)^{n-m-1}}{2^{n-m-1}\Pi(n-m-1)a^m} \qquad (a>b;\, n>m>-1)$$

durch ein bestimmtes Integral, so entstehen nach Umkehrung der Integrationsordnung die Relationen

$$F(\alpha,\beta,\gamma,x^2) = \frac{\Pi(\gamma-1)\Pi(-\beta)}{2^{\beta-1}\Pi(\alpha-1)\Pi(\gamma-\alpha-1)x^m}\int_0^\infty J^{m+1-\beta}(y)y^{\gamma-\alpha-1}dy\int_0^1 z^{2\alpha-m-1}(1-z^2)^{\gamma-\alpha-1}J^m(xyz)dz \qquad (x<1)$$

$$F\Big(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x^2}\Big) =$$

$$= \frac{\Pi(\alpha-\beta)\,\Pi(\gamma-\alpha-1)x^m}{2^{\alpha-\gamma}\Pi(\alpha-1)\Pi(-\beta)}\int_0^\infty J^{m+\gamma-\alpha}(y)y^{\gamma-\alpha+1}dy\int_0^1 z^{2\alpha-m-1}(1-z^2)^{\gamma-\alpha-1}J^m\Big(\frac{yz}{x}\Big)dz \qquad (x>1).$$

Multiplicirt man die Gleichung

$$J^m(\rho yz) = \frac{(\rho yz)^m}{2^m\Pi(m)}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty}(-1)^\lambda\frac{(\rho yz)^{2\lambda}}{2^{2\lambda}\Pi(\lambda)\Pi(m+\lambda)}$$

mit $z^{2\alpha-m-1}(1-z^2)^\mu dz$, integrirt von $z=0$ bis $z=1$ und berücksichtigt, dass

4) $$\int_0^1 z^{2(\alpha+\lambda)-1}(1-z^2)^\mu dz = \frac{\Pi(\alpha+\lambda-1)\Pi(\mu)}{2\Pi(\alpha+\lambda+\mu)}$$

ist, so erhält man die Beziehung

$$\int_0^1 J^m(\rho yz)z^{2\alpha-m-1}(1-z^2)^\mu dz = \frac{\Pi(\mu)(\rho y)^m}{2^{m+1}}\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty}(-1)^\lambda\frac{\Pi(\alpha+\lambda-1)(\rho y)^{2\lambda}}{2^{2\lambda}\Pi(\lambda)\Pi(\alpha+\lambda+\mu)\Pi(\lambda+m)},$$

welche für $\alpha=m+1$ in die von Herrn Sonine a. a. O. auf anderem Wege ermittelte specielle Formel

$$\int_0^1 J^{n-1}(\rho yz)z^n(1-z^2)^\mu dz = \frac{2^\mu\Pi(\mu)}{(\rho y)^{\mu+1}}J^{\mu+n}(\rho y) \qquad (\mu>-1;\ n+1 \text{ und } \mu+n \text{ keine negativen ganzen Zahlen})$$

übergeht.

Mit Hilfe dieser Relation verwandelt man nun die letzten Gleichungen sofort in die folgenden

5) $$F(\alpha,\beta,\gamma,x^2) = \frac{2^{\gamma-\alpha-\beta}\Pi(\gamma-1)\Pi(-\beta)}{\Pi(\alpha-1)x^{\gamma-1}}\int_0^\infty\frac{J^{\gamma-\alpha-\beta}(y)J^{\alpha-1}(xy)dy}{y^{\gamma-\alpha-\beta}} \qquad (x<1)$$

6) $$F\Big(\alpha,\alpha-\gamma+1,\alpha-\beta+1,\frac{1}{x^2}\Big) = \frac{2^{\gamma-\alpha-\beta}\Pi(\gamma-\alpha-1)\Pi(\alpha-\beta)}{\Pi(\alpha-1)x^{\gamma-2\alpha+1}}\int_0^\infty\frac{J^{\gamma-\alpha-\beta}(y)J^{\alpha-1}(xy)dy}{y^{\gamma-\alpha-\beta}} \qquad (x>1).$$

---

[1]) „Recherches sur les fonctions cylindriques." Mathematische Annalen von F. Klein, 16. Band.

[2]) „Über die Darstellung der hypergeometrischen Reihe durch ein bestimmtes Integral". Mathematische Annalen von F. Klein, 30. Band.

wo weder $\alpha-\beta$ noch $\gamma-1$ eine negative ganze Zahl ist, α und $\gamma-\alpha-\beta+1$ grösser als 0 und $\beta<1$ sein muss. Von der letzten beschränkenden Bedingung kann man sich übrigens durch ein bekanntes Verfahren leicht freimachen, so dass man auf diesem Wege rasch zur erwähnten Integraldarstellung der hypergeometrischen Reihe gelangt.

Durch die Verbindung der Gleichungen 1) und 6) und der bekannten Definitionsgleichung der Functionen $C_n'(x)$

$$C_n'(x)=\sum_{\mu=0}^{\mu=\left[\frac{n}{2}\right]}(-1)^{\left[\frac{n}{2}\right]-\mu}\frac{\Pi\left(n+\mu-\left[\frac{n}{2}\right]+\nu-1\right)(2x)^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]+2\mu}}{\Pi\left(\left[\frac{n}{2}\right]-\mu\right)\Pi\left(n-2\left[\frac{n}{2}\right]+2\mu\right)\Pi(\nu-1)}$$

$$=(-1)^{\left[\frac{n}{2}\right]}\frac{2\Pi\left(n+\nu-\left[\frac{n}{2}\right]-1\right)x^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}}{\Pi\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right)\Pi(\nu-1)}\cdot F\left(n+\nu-\left[\frac{n}{2}\right],-\left[\frac{n}{2}\right],n-2\left[\frac{n}{2}\right]+\frac{1}{2},x^2\right)$$

mit 4) ergeben sich für die Functionen $C_n^\nu(x)$ und $D_n^\nu(x)$ folgende Integralausdrücke

$$C_{2r}^\nu(x)=\frac{(-1)^r}{2^{\nu-1}\Pi(\nu-1)}\int_0^\infty y^{\nu-1}J_{2r+\nu}(y)\cos xy\,dy\qquad\left(|x|<1,\nu<\frac{3}{2}\right)$$

$$C_{2r+1}^\nu(x)=\frac{(-1)^r}{2^{\nu-1}\Pi(\nu-1)}\int_0^\infty y^{\nu-1}J_{2r+\nu+1}(y)\sin xy\,dy\qquad\left(|x|<1,\nu<\frac{3}{2}\right)$$

$$D_n^\nu(x)=\frac{\Pi(n+2\nu-1)\Pi\left(-\frac{n+1}{2}-\nu\right)\sqrt{\pi}}{2^{n+\nu+1}\Pi\left(\frac{n}{2}+\nu-1\right)}\int_0^\infty y^{\nu-1}J_{n+\nu}(y)\cos xy\,dy\qquad\left(|x|>1,\nu<\frac{3}{2}\right)$$

$$D_n^\nu(x)=\frac{\Pi(n+2\nu-1)\Pi\left(-\frac{n}{2}-\nu\right)\sqrt{\pi}}{2^{n+\nu+1}\Pi\left(\frac{n-1}{2}+\nu\right)}\int_0^\infty y^{\nu-1}J_{n+\nu}(y)\sin xy\,dy\qquad\left(|x|>1,\nu<\frac{3}{2}\right).$$

Auf demselben Wege ergeben sich aus den Gleichungen 2) und 3) die Relationen

$$C_n'(x)=\frac{\Pi(n+\nu-1)\Pi(-n-\nu)\xi^\nu}{2^{2\nu-1}[\Pi(\nu-1)]^2}\int_0^\infty y^{2\nu-1}J_{-n-\nu}(y)J_{n+\nu}(\xi y)\,dy\qquad(1>\nu;\xi+\xi^{-1}=2x;\ \xi>1)$$

$$D_n'(x)=\Pi(n+2\nu-1)\Pi(-n-2\nu)\xi^\nu\int_0^\infty J_{n+\nu}(y)J_{-n-\nu}(\xi y)y^{2\nu-1}\,dy\qquad(1>\nu;\xi+\xi^{-1}=2x;\ \xi>1)$$

$$D_n^\nu(x)=\Pi(\nu-1)\Pi(-\nu)\xi^\nu\int_0^\infty y^{2\nu-1}J_{n+\nu}(y)J_{n+\nu}(\xi y)\,dy\qquad(1>\nu;\xi+\xi^{-1}=2x;\ |\xi|>1).$$

Um eine neue Darstellung der Functionen $C_n^\nu(x)$ durch eine hypergeometrische Reihe und daraus einen neuen Integralausdruck derselben Kategorie für dieselbe abzuleiten, transformirt man die lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung

$$(1-x^2)y''-(2\nu+1)xy'+n(n+2\nu)y=0$$

deren vollständiges Integral bekanntlich

$$y=aC_n^\nu(x)+bD_n'(x)$$

ist, durch die Substitution

$$\frac{1-x}{2} = z$$

wodurch dieselbe in die specielle hypergeometrische Differentialgleichung

$$z(1-z)y'' + \frac{2\nu+1}{2}(1-2z)y' + n(n+2\nu)y = 0$$

übergeführt wird mit dem allgemeinen Integrale

$$y = \alpha F\left(n+2\nu, -n, \frac{2\nu+1}{2}, z\right) + \beta \frac{1}{(x-x^2)^{\nu-\frac{1}{2}}} \int_0^1 y^{n+\nu-\frac{1}{2}} \frac{(1-y)^{n+\nu-\frac{1}{2}}}{(x-y)^{n+1}} dy .$$

Man hat daher die Relation

$$C_n^\nu(x) = \frac{\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)\Pi(2\nu-1)} F\left(n+2\nu, -n, \frac{2\nu+1}{2}, \frac{1-x}{2}\right)$$

oder

7)
$$C_n^\nu(\cos x) = \frac{\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)\Pi(2\nu-1)} F\left(n+2\nu, -n, \frac{2\nu+1}{2}, \sin^2\frac{x}{2}\right)$$
$$= (-1)^n \frac{\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)\Pi(2\nu-1)} F\left(n+2\nu, -n, \frac{2\nu+1}{2}, \cos^2\frac{x}{2}\right)$$

deren Verbindung mit 5) unmittelbar die Formeln

$$C_n^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{2^{\frac{2\nu-1}{2}}\Pi(2\nu-1)\sin^{\frac{2\nu-1}{2}}\frac{x}{2}} \int_0^\infty J^{2n+\nu}(y) J^{\frac{2\nu-1}{2}}\left(y\sin\frac{x}{2}\right) y^{\frac{2\nu-1}{2}} dy \qquad \left(\nu > -\frac{1}{2}\right)$$

$$C_n^\nu(\cos x) = (-1)^n \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{2^{\frac{2\nu-1}{2}}\Pi(2\nu-1)\cos^{\frac{2\nu-1}{2}}\frac{x}{2}} \int_0^\infty J^{2n+\nu}(y) J^{\frac{2\nu-1}{2}}\left(y\cos\frac{x}{2}\right) y^{\frac{2\nu-1}{2}} dy \qquad \left(\nu > -\frac{1}{2}\right)$$

liefert.

Um einen Integralausdruck für die Function $C_n^\nu(x)$ zu erhalten, welcher unter dem Integralzeichen die Function $C_m^\mu(x)$ enthält multiplicirt man die Gleichung

$$C_n^{2\nu}\left(z\sin\frac{x}{2}\right) = \sum_{\mu=0}^{\mu=\left[\frac{n}{2}\right]} (-1)^{\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{\Pi\left(n+2\nu+\mu-\left[\frac{n}{2}\right]-1\right)\left(2z\sin\frac{x}{2}\right)^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]+2\mu}}{\Pi\left(\left[\frac{n}{2}\right]-\mu\right)\Pi\left(n-2\left[\frac{n}{2}\right]+2\mu\right)\Pi(2\nu-1)}$$

mit $z^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}(1-z^2)^\rho dz$, und integrirt von $z=0$ bis $z=1$, wodurch wegen 4) die Relation

$$\int_0^1 C_n^{2\nu}\left(z\sin\frac{x}{2}\right) z^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}(1-z^2)^\rho dz =$$

$$= (-1)^{\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{\Pi(\rho)\Pi\left(n+2\nu-\left[\frac{n}{2}\right]-1\right)\sqrt{\pi}}{2\Pi(\nu-1)\Pi\left(\left[\frac{n}{2}\right]\right)\Pi\left(n-2\left[\frac{n}{2}\right]+\rho+\frac{1}{2}\right)} \sin\frac{x}{2}^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]} F\left(n+\nu-\left[\frac{n}{2}\right], -\left[\frac{n}{2}\right], n-2\left[\frac{n}{2}\right]+\rho+\frac{3}{2}, \sin^2\frac{x}{2}\right)$$

entsteht.

Setzt man

$$\rho = \nu - 1 + \left[\frac{n}{2}\right] - \frac{n}{2}$$

so wird nach 7) die auf der rechten Seite dieser Gleichung stehende hypergeometrische Reihe gleich $C^{\nu+\frac{n}{2}-\left[\frac{n}{2}\right]}_{\left[\frac{n}{2}\right]}(\cos x)$ und daher hat man die bemerkenswerthen Formeln

7 a)
$$C^{\nu+\frac{n}{2}-\left[\frac{n}{2}\right]}_{\left[\frac{n}{2}\right]}(\cos x) =$$

$$= \frac{(-1)^{\left[\frac{n}{2}\right]} 2^{2\left[\frac{n}{2}\right]-n+1}}{\sqrt{\pi}\sin^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}\frac{x}{2}} \left(\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}-n+2\left[\frac{n}{2}\right]\right)}{\Pi(\nu-1)}\right)^{(-1)^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}} \int_0^1 C_n^{2\nu}\left(z\sin\frac{x}{2}\right) z^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}(1-z^2)^{\nu-1+\left[\frac{n}{2}\right]-\frac{n}{2}}\,dz$$

$$C^{\nu+\frac{n}{2}-\left[\frac{n}{2}\right]}_{\left[\frac{n}{2}\right]}(\cos x) =$$

$$= \frac{2^{2\left[\frac{n}{2}\right]-n+1}}{\sqrt{\pi}\cos\frac{x}{2}^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}} \left(\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}-n+2\left[\frac{n}{2}\right]\right)}{\Pi(\nu-1)}\right)^{-1^{\,n-2\left[\frac{n}{2}\right]}} \int_0^1 C_n^{2\nu}\left(z\cos\frac{x}{2}\right) z^{n-2\left[\frac{n}{2}\right]}(1-z^2)^{\nu-1+\left[\frac{n}{2}\right]-\frac{n}{2}}\,dz,$$

oder

$$C_r^{\nu}(\cos x) = (-1)^r \frac{2\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \int_0^1 C_{2r}^{2\nu}\left(z\sin\frac{x}{2}\right)(1-z^2)^{\nu-1}\,dz$$

$$= \frac{2\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \int_0^1 C_{2r}^{2\nu}\left(z\cos\frac{x}{2}\right)(1-z^2)^{\nu-1}\,dz$$

$$C_r^{\nu+\frac{1}{2}}(\cos x) = (-1)^r \frac{\Pi(\nu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)\sin\frac{x}{2}} \int_0^1 C_{2r+1}^{2\nu}\left(z\sin\frac{x}{2}\right)(1-z^2)^{\nu-\frac{3}{2}}\,dz$$

$$= \frac{\Pi(\nu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)\cos\frac{x}{2}} \int_0^1 C_{2r+1}^{2\nu}\left(z\cos\frac{x}{2}\right)(1-z^2)^{\nu-\frac{3}{2}}\,dz.$$

Setzt man in diesen Formeln

$$z\sin\frac{x}{2}, \quad \text{bez.} \quad z\cos\frac{x}{2} = \sin\frac{\varphi}{2}$$

und schreibt in der letzten von ihnen für $\nu : \nu - \frac{1}{2}$, so erhält man die Gleichungen

$$C_r^{\nu}(\cos x) = (-1)^r \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \left(\sin^2\frac{x}{2} - \sin^2\frac{\varphi}{2}\right)^{\nu-1} C_{2r}^{2\nu}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi$$

$$= \frac{(-1)^r\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-1} C_{2r}^{2\nu}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi$$

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^{\pi-x}\left(\cos^2\frac{x}{2}-\sin^2\frac{\varphi}{2}\right)^{\nu-1}C_{2r}^{2\nu}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_x^{\pi}(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}C_{2r}^{2\nu}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi$$

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^{x}(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}C_{2r+1}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi$$

$$= \frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^{x}\left(\sin^2\frac{x}{2}-\sin^2\frac{\varphi}{2}\right)^{\nu-2}C_{2r+1}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi$$

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^{\pi-x}\left(\cos^2\frac{x}{2}-\sin^2\frac{\varphi}{2}\right)^{\nu-2}C_{2r+1}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_x^{\pi}(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}C_{2r+1}^{2\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi.$$

Berücksichtigt man, dass

$$C_{2n}^{\frac{1}{2}}(\cos\chi) = \frac{\sin(2n+1)\chi}{\sin\chi}$$

$$C_{2n}^{\frac{1}{2}}(\sin\chi) = (-1)^n\frac{\cos(2n+1)\chi}{\cos\chi}$$

ist, so erhält man aus diesen Gleichungen die folgenden von Herrn Mehler[1]) im 5. Bande der „Mathematischen Annalen“ aufgestellten Integralausdrücke für die Kugelfunctionen erster Art

$$P_r(\cos x) = \frac{2}{\pi}\int_0^{x}\frac{\cos\left(r+\frac{1}{2}\right)\varphi\,d\varphi}{\sqrt{2(\cos\varphi-\cos x)}}$$

$$P_r(\cos x) = \frac{2}{\pi}\int_x^{\pi}\frac{\sin\left(r+\frac{1}{2}\right)\varphi\,d\varphi}{\sqrt{2(\cos x-\cos\varphi)}}.$$

Mit Hilfe der bekannten Relationen

8) $$C_n^\mu(x)-C_{n-2}^\mu(x) = \frac{n+\mu-1}{\mu-1}\,C_n^{\mu-1}(x)$$

9) $$n\,C_n^\mu(x)+(n+2\mu-2)\,C_{n-2}^\mu(x) = 2(n+\mu-1)\,x\,C_{n-1}^\mu(x)$$

[1]) „Notiz über die Dirichlet'schen Integralausdrücke für die Kugelfunction $P^n(\cos\vartheta)$ und eine analoge Integralform für die Cylinderfunction $J(x)$.“

kann man die eben abgeleiteten Gleichungen in die folgenden umformen

$$C_r^\nu(\cos x)=\frac{(-1)^r\,\Pi\binom{2\nu-1}{2}}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{\frac{2r+2\nu-1}{2\nu-1}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}C_{2r}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi+\right.$$

10)

$$\left.+\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}C_{2r-2}^{2\nu}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x)=\frac{\Pi\binom{2\nu-1}{2}}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{\frac{2r+2\nu-1}{2\nu-1}\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}C_{2r}^{2\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi+\right.$$

$$\left.+\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}C_{2r-2}^{2\nu}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x)=\frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{2^\nu r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{(2r+2\nu-1)\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}C_{2r-1}^{2\nu}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi-2(r+2\nu-1)\cdot\right.$$

11)

$$\left.\cdot\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}C_{2r-2}^{2\nu}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x)=\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{2^\nu r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{(2r+2\nu-1)\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}C_{2r-1}^{2\nu}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi-2(r+2\nu-1)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}C_{2r-2}^{2\nu}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x)=\frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{\frac{2r+2\nu-1}{2(\nu-1)}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}C_{2r+1}^{2\nu-2}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi+\right.$$

12)

$$\left.+\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}C_{2r-1}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x)=\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2^{\nu-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{\frac{2r+2\nu-1}{2(\nu-1)}\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}C_{2r+1}^{2\nu-2}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi+\right.$$

$$\left.+\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}C_{2r-1}^{2\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi\right\}$$

13) $$C_r^\nu(\cos x)=\frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2^\nu r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{2(2r+2\nu-1)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}C_{2r}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi-(r+4\nu-3)\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}C_{2r-1}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\,d\varphi\right\}$$

$$13)\quad C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{2^r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\left\{2\cdot 2r+2\nu-1\right).$$

$$\cdot\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{r-1}C_{2r}^{\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi-(2r+4\nu-3)\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^r C_{2r+1}^{\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi d\varphi\Big\}.$$

Berücksichtigt man, dass in jedem dieser Gleichungspaare die zweiten Integrale auf der rechten Seite bis auf das Zeichen $(-1)^{r-1}$ gleich sind, so erhält man durch Addition der zwei Gleichungen jedes Paares die vier neuen Formeln

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)(2r+2\nu-1)}{2^{r-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left\{\frac{(-1)^r}{\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{r-1}C_{2r}^{\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi+\frac{1}{\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{r-1}C_{2r}^{\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)(2r+2\nu-1)}{2^{r-1}\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left\{\frac{(-1)^r}{\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{r-1}C_{2r}^{\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi d\varphi+\frac{1}{\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{r-1}C_{2r}^{\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)(2r+2\nu-1)}{2^r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left\{\frac{(-1)^r}{\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{r-2}C_{2r+1}^{2\nu-2}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi d\varphi+\frac{1}{\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{r-2}C_{2r+1}^{2\nu-2}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi d\varphi\right\}$$

$$C_r^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)(2r+2\nu-1)}{2^r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)}\left\{\frac{(-1)^r}{\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{r-2}C_{2r}^{2\nu-1}\left(\sin\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi+\frac{1}{\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\int_x^\pi(\cos x-\cos\varphi)^{r-2}C_{2r}^{2\nu-1}\left(\cos\frac{\varphi}{2}\right)\sin\varphi\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right\}.$$

Bedenkt man, dass

$$\left[\frac{1}{\mu}\,C_n^\mu(\cos\chi)\right]_{\mu=0} = \frac{2}{n}\cos n\chi$$

ist, so erhält man aus diesen Gleichungen die bekannten von Dirichlet im 17. Bande des Crelle'schen Journales angegebenen Integrale für die Kugelfunctionen erster Art

$$\frac{\pi}{2}P_r(\cos x) = \int_0^x\frac{\cos r\varphi\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi}{\sqrt{2(\cos\varphi-\cos x)}}+\int_x^\pi\frac{\cos r\varphi\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi}{\sqrt{2(\cos x-\cos\varphi)}}$$

$$\frac{\pi}{2}P_r(\cos x) = -\int_0^x\frac{\sin r\varphi\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi}{\sqrt{2(\cos\varphi-\cos x)}}+\int_x^\pi\frac{\sin r\varphi\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi}{\sqrt{2(\cos x-\cos\varphi)}}.$$

Der in den vorstehenden Zeilen zur Ableitung dieser Formeln benützte directe Weg ist zweifellos auch der einfachste von allen, welche zu diesen Relationen führen.

Ein ferneres Integral für die Functionen $C_n^\nu(x)$ ergibt sich in folgender Weise. Multiplicirt man den Zähler und Nenner des λ^{ten} Gliedes der auf der rechten Seite der Gleichung

$$C_n^\nu(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} (-1)^\lambda \frac{\Pi(n+\nu-\lambda-1)(2x)^{n-2\lambda}}{\Pi(\lambda)\Pi(n-2\lambda)\Pi(\nu-1)}$$

stehenden Summe mit $\Pi\left(\frac{2\lambda-1}{2}\right)$ und berücksichtigt, dass

$$2^{2\lambda}\Pi(\lambda)\Pi\left(\frac{2\lambda-1}{2}\right) = \sqrt{\pi}\,\Pi(2\lambda)$$

ist, so erhält man die Relation

$$C_n^\nu(x) = \frac{2^n}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} (-1)^\lambda \frac{\Pi(n+\nu-\lambda-1)\,\Pi\left(\frac{2\lambda-1}{2}\right)}{\Pi(n-2\lambda)\Pi(2\lambda)} x^{n-2\lambda}.$$

Nun ist bekanntlich

$$\frac{\Pi(n+\nu-\lambda-1)\,\Pi\left(\frac{2\lambda-1}{2}\right)}{2\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2n+2\nu-2\lambda-1}\varphi \sin^{2\lambda}\varphi\, d\varphi$$

und daher verwandelt sich diese Relation in

$$C_n^\nu(x) = \frac{2^{n+1}\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{n+2\nu-1}\varphi\, d\varphi \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} (-1)^\lambda \frac{\sin^{2\lambda}\varphi\,(x\cos\varphi)^{n-2\lambda}}{\Pi(n-2\lambda)\Pi(2\lambda)}.$$

Die auf der rechten Seite dieser Gleichung stehende Summe ist aber der reelle Bestandtheil von $\frac{1}{\Pi(n)}(x\cos\varphi + i\sin\varphi)^n$ und daher hat man die Relationen

14)
$$C_n^\nu(x) = \frac{2^n\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{\Pi(n)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{n+2\nu-1}\varphi \left\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi)^n + (x\cos\varphi-i\sin\varphi)^n\right\} d\varphi$$

$$= \frac{2^n\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{\Pi(n)\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{n+2\nu-1}\varphi \left\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)^n + (x\sin\varphi-i\cos\varphi)^n\right\} d\varphi.$$

2. Die Vereinigung der in dem vorigen Capitel abgeleiteten Ausdrücke für die Functionen $C_n^\nu(x)$ mit Relationen, welche ich in einer früheren Mittheilung[1]) aufgestellt habe, liefert folgende interessante Gleichungen

$$\int_0^\pi (\cos x + i\sin x\cos\varphi)^{n-1}\sin\varphi\, d\varphi = 2 \sum_{n_1, n_2, \ldots, n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(\cos x)\, C_{n_2}^{\nu_2}(\cos x) \ldots C_{n_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

[1]) „Über die Functionen $C_n^\nu(x)$", Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch. 97. Band, Abth. IIa, S. 259—270.

$$\int_0^{\infty} J^{2n}(y)\sin\left(y\sin\frac{x}{2}\right)dy = 2\sin\frac{x}{2}\sum_{n_1,n_2,\ldots,n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{n_2}^{\nu_2}(\cos x)\ldots C_{n_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\int_0^{\infty} J^{2n}(y)\sin\left(y\cos\frac{x}{2}\right)dy = (-1)^{n-1}\,2\cos\frac{x}{2}\sum_{n_1,n_2,\ldots,n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{n_2}^{\nu_2}(\cos x)\ldots C_{n_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\int_0^{1} C_{2n-2}^{n}\left(z\sin\frac{x}{2}\right)dz = (-1)^{n-1}\sum_{n_1,n_2,\ldots,n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{n_2}^{\nu_2}(\cos x)\ldots C_{n_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\int_0^{\infty} J^{2n}(y)\sin(y\cos x)\,dy = (-1)^{n-1}\sum_{m_1,m_2,\ldots,m_r} C_{m_1}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{m_2}^{\nu_2}(\cos x)\ldots C_{m_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\int_0^{\infty} J^{2n+1}(y)\cos(y\cos x)\,dy = (-1)^{n}\sum_{n_1',n_2',\ldots,n_r'} C_{n_1'}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{n_2'}^{\nu_1}(\cos x)\ldots C_{n_r'}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^n\varphi\,\{(\cos x\cos\varphi+i\sin\varphi)^{n-1}+(\cos x\cos\varphi-i\sin\varphi)^{n-1}\}\,d\varphi =$$

$$= \frac{\Pi(n-1)\,\pi}{2^{n-1}\Pi\left(n-\frac{1}{2}\right)}\sum_{n_1,n_2,\ldots,n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{n_2}^{\nu_2}(\cos x)\ldots C_{n_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n\varphi\,\{(\cos x\sin\varphi+i\cos\varphi)^{n-1}+(\cos x\sin\varphi-i\cos\varphi)^{n-1}\}\,d\varphi =$$

$$= \frac{\Pi(n-1)\,\pi}{2^{n-1}\Pi\left(n-\frac{1}{2}\right)}\sum_{n_1,n_2,\ldots,n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(\cos x)\,C_{n_2}^{\nu_2}(\cos x)\ldots C_{n_r}^{\nu_r}(\cos x)$$

$$\left(n_i = 0,1,2,\ldots,n-1;\ m_i = 0,1,2,\ldots,2n-1;\ n_k' =\right.$$

$$\left.= 0,1,2,\ldots,2n;\ \sum_{i=1}^{i=r} n_i = n-1;\ \sum_{i=1}^{i=r} m_i = 2n-1;\ \sum_{i=1}^{i=r} n_i' = 2n;\ \sum_{i=1}^{i=r} \nu_i = 1\right)$$

$$\int_0^{\pi}\int_0^{\pi}\cdots\int_0^{\pi}\prod_{k=1}^{\frac{m-1}{2}}\left(\cos\frac{2k\pi}{m}+i\sin\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k\right)^{n-1}\sin\varphi_k\,d\varphi_k = 2^{\frac{n-1}{2}}\left(\frac{n}{m}\right)$$

$$\int_0^{1}\int_0^{1}\cdots\int_0^{1}\prod_{k=1}^{\frac{m-1}{2}} C_{2n-2}^{2}\left(z_k\sin\frac{k\pi}{m}\right)dz_k = (-1)^{\frac{(m-1)(n-1)}{2}}\left(\frac{n}{m}\right)$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cdots\int_0^{\frac{\pi}{2}}\prod_{k=1}^{\frac{m-1}{2}}\cos^n\varphi_k\left\{\left(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k+i\sin\varphi_k\right)^{n-1}+\left(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k-i\sin\varphi_k\right)^{n-1}\right\}d\varphi_k =$$

$$= -\frac{\pi^{\frac{m-1}{2}}\left(\Pi(n-1)\right)^{\frac{m-1}{2}}}{\left(2^{n-1}\Pi\left(n-\frac{1}{2}\right)\right)^{\frac{m-1}{2}}}\left(\frac{n}{m}\right)$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\Big(y_1\sin\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1 y_2\sin\frac{2\pi}{4r+1}+\varepsilon_2 y_3\frac{3\pi}{4r+1}+\ldots$$

$$+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\sin\frac{2r\pi}{4r+1}\Big)dy_1dy_2\ldots dy_{2r}\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty J^0\big(\sqrt{y_1^2+y_2^2-2y_1y_2\cos\gamma_1}\big)J^0\big(\sqrt{y_3^2+y_4^2-2y_3y_4\cos\gamma_2}\big)\ldots$$

$$\ldots J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2+y_{2r}^2-2y_{2r-1}y_{2r}\cos\gamma_r}\big)\cos 2n\varphi_1\cos 2n\varphi_2\ldots\cos 2n\varphi_r\,d\varphi_1d\varphi_2\ldots d\varphi_r=$$

$$=(-1)^r2^{2r-1}\pi^r\Big(\frac{n}{4r+1}\Big)\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\Big(y_1\sin\frac{\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\sin\frac{2\pi}{4r+3}+\ldots+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\sin\frac{(2r+1)\pi}{4r+3}\Big)dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}\cdot$$

$$\cdot\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2+y_{2r}^2-2y_{2r-1}y_{2r}\cos\gamma_r}\big)\cos 2n\gamma_r J^{2n}(y_{2r+1})\,d\gamma_r=(-1)^r2^{2r}\pi^r\Big(\frac{n}{4r+3}\Big)\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\Big(y_1\cos\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{2r\pi}{4r+1}\Big)dy_1dy_2\ldots dy_{2r}\cdot$$

$$\cdot\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2+y_{2r}^2-2y_{2r-1}y_{2r}\cos\varphi_r}\big)\cos 2n\varphi_r\,d\varphi_r=(-1)^r2^{2r}\Big(\frac{n}{4r+1}\Big)\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\Big(y_1\cos\frac{\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\ldots+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(2r+1)\pi}{4r+1}\Big)dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}\cdot$$

$$\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2+y_{2r}^2-2y_{2r-1}y_{2r}\cos\gamma_r}\big)\cos 2n\gamma_r J^{2n}(y_{2r+1})\,d\gamma_r=(-1)^{n(2r-1)+r}2^{2r}\pi^r\Big(\frac{n}{4r+3}\Big)$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\infty\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\cos\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+1}+\varepsilon_2y_3\cos\frac{6\pi}{4r+1}+\ldots$$

$$+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{4r\pi}{4r+1}\Big)\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2y_{2r}^2-2y_{2r-1}2y_{2r}\cos\varphi_r}\big)\cos(2n+1)\varphi_r\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_r=\frac{1}{2}(4\pi)^r\Big(\frac{2n+1}{4r+1}\Big)$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\cos\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+3}+\varepsilon_2y_3\cos\frac{6\pi}{4r+3}+\ldots$$

$$+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(4r+2)\pi}{4r+3}\Big)\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2+y_{2r}^2-2y_{2r-1}y_{2r}\cos\gamma_r}\big)J^{2n+1}(y_{2r+1})\cos(2n+1)\varphi\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_r=$$

$$=(-1)^n(4\pi)^r\Big(\frac{2n+1}{4r+3}\Big)$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{4r\pi}{4r+1}\Big)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2r-1}^2+y_{2r}^2-2y_{2r-1}y_{2r}\cos\gamma_r}\big)\cos 2n\gamma_r\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r}\,d\gamma_r=\frac{1}{2}(4\pi)^r\Big(\frac{n}{4r+1}\Big)$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi \sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\cdots\varepsilon_{2r}\sin\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\varepsilon_1 y_2\cos\frac{4\pi}{4r+3}+\cdots$$

$$+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(4r+2)\pi}{4r+3}\Big)J^{2r}(y_{2r+1})\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2k-1}^2+y_{2k}^2-2y_{2k-1}y_{2k}\cos\varphi_k}\big)\cos 2n\varphi_k\,dy_1\,dy_2\cdots dy_{2r+1}\,d\varphi_1\cdots d\varphi_r=$$

$$=(-1)^n(4\pi)^r\frac{n}{4r+3}J_{4n+3}(1),$$

wo die Grössen ε_i die Werthe $+1$ und -1 besitzen und die Summationen über alle Combinationen der Grössen ε_λ auszudehnen sind.

Von den speciellen Fällen dieser Gleichungen mögen die folgenden besonders angeführt werden:

$$\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\prod_1^{\frac{m-1}{2}}\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}+i\sin\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k\Big)^{2^r3^s5^t-1}\sin\varphi_k\,d\varphi_k=(-1)^{r\left[\frac{m+1}{4}\right]+s\left[\frac{m+1}{6}\right]+t\left[\frac{m+2}{5}\right]}2^{m-1},$$

$$\int_0^1\int_0^1\cdots\int_0^1\prod_1^{\frac{m-1}{2}}C_{2^r3^s5^t-2}^{2^r3^s5^t-1}\Big(z_k\sin\frac{k\pi}{m}\Big)\,dz_k=(-1)^{\frac{(m-1)(2^r3^s5^t-1)}{2}+r\left[\frac{m+1}{4}\right]+s\left[\frac{m+1}{6}\right]+t\left[\frac{m+2}{5}\right]},$$

$$\int_0^{\frac\pi2}\int_0^{\frac\pi2}\cdots\int_0^{\frac\pi2}\prod_1^{\frac{m-1}{2}}\cos^{2^r3^s5^t-1}\varphi_k\Big(\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k+i\sin\varphi_k\Big)^{2^r3^s5^t-1}+\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k-i\sin\varphi_k\Big)^{2^r3^s5^t-1}\Big)\,d\varphi_k=$$

$$=\frac{\pi^{\frac{m-1}{2}}\Big(\Pi(2^r3^s5^t-1)\Big)^{\frac{m-1}{2}}}{\Big(2^{2^r3^s5^t-1}\Pi\big(2^r3^s5^t-\frac12\big)\Big)^{\frac{m-1}{2}}}(-1)^{r\left[\frac{m+1}{4}\right]+s\left[\frac{m+1}{6}\right]+t\left[\frac{m+2}{5}\right]},$$

$$\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\prod_1^{\frac{7n+r-1}{2}}\Big(\cos\frac{2k\pi}{14n+r}+i\sin\frac{2k\pi}{14n+r}\cos\varphi_k\Big)^6\sin\varphi_k\,d\varphi_k=(-1)^{n+s}2^{7n+r-1},$$

$$\int_0^1\int_0^1\cdots\int_0^1\prod_1^{\frac{7n+r-1}{2}}C_{12}^6\Big(z_k\sin\frac{k\pi}{14n+r}\Big)\,dz_k=(-1)^{n+s},$$

$$\int_0^{\frac\pi2}\int_0^{\frac\pi2}\cdots\int_0^{\frac\pi2}\prod_1^{\frac{7n+r-1}{2}}\cos^7\varphi_k\Big(\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k+i\sin\varphi_k\Big)^6+\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k-i\sin\varphi_k\Big)^6\Big)\,d\varphi_k=$$

$$=(-1)^{n+s}\left[\frac{45\pi}{44\Big(\frac{13}{2}\Big)}\right]^{\frac{7n+r-1}{2}},$$

$$\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\prod_1^{\frac{11n+r-1}{2}}\Big(\cos\frac{2k\pi}{22n+r}+i\sin\frac{2k\pi}{22n+r}\cos\varphi_k\Big)^{10}\sin\varphi_k\,d\varphi_k=(-1)^{n+s}2^{11n+r-1},$$

$$\int_0^1\int_0^1\cdots\int_0^1\prod_1^{\frac{11n+r-1}{2}}C_{20}^{10}\Big(z_k\sin\frac{k\pi}{22n+r}\Big)\,dz_k=(-1)^{n+s}.$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cdots\int_0^{\frac{\pi}{2}}\prod_1^r \cos^{11}\varphi_\lambda\left\{\left(\cos\frac{2k\pi}{22n+r}\cos\varphi_\lambda+i\sin\varphi_\lambda\right)^{10}+\left(\cos\frac{2k\pi}{22n+r}-i\sin\varphi_\lambda\right)^{10}\right\}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{n+\eta}\left[\frac{14175\,\pi}{4\Pi\left(\frac{21}{2}\right)}\right]^{11n+\frac{r-1}{2}}$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_\varepsilon\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\left(y_1\sin\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\sin\frac{2\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\sin\frac{2r\pi}{4r+1}\right)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\left(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\right)\cos\left(2^{\lambda_1+1}3^\mu5^\nu\varphi_\lambda\right)dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{r+\lambda_1r+\mu\left[\frac{2r+1}{3}\right]+\nu\left[\frac{4r+3}{5}\right]}(4\pi)^r\frac{\sqrt{4r+1}}{2}$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_\varepsilon\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\left(y_1\sin\frac{\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\sin\frac{2\pi}{4r+3}+\ldots+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\sin\frac{(2r+1)\pi}{4r+3}\right)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\left(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\right)J^{2^{\lambda_1+1}3^\mu5^\nu}(y_{2r+1})\cos\left(2^{\lambda_1+1}3^\mu5^\nu\varphi_\lambda\right)dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{r+\lambda_1(r+1)+\mu\left[\frac{2r+2}{3}\right]+\nu\left[\frac{4r+5}{5}\right]}(4\pi)^r\sqrt{4r+3}$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_\varepsilon\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\left(y_1\cos\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{2r\pi}{4r+1}\right)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\left(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\right)\cos\left(2^{\lambda_1+1}3^\mu5^\nu\varphi_\lambda\right)dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{r+1+\lambda_1r+\mu\left[\frac{2r+1}{3}\right]+\nu\left[\frac{4r+3}{5}\right]}2^{2r-1}\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_\varepsilon\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\left(y_1\cos\frac{\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\ldots\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{(2r+1)\pi}{4r+3}\right)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\left(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\right)J^{2^{\lambda_1+1}3^\mu5^\nu}(y_{2r+1})\cos\left(2^{\lambda_1+1}3^\mu5^\nu\varphi_\lambda\right)dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{2^{\lambda_1}+\lambda_1+r(\lambda_1+1)+\mu\left[\frac{2r+2}{3}\right]+\nu\left[\frac{4r+5}{5}\right]}(4\pi)^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_\varepsilon\cos\left(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{4r\pi}{4r+1}\right)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\left(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\right)\cos\left(3^\mu5^\nu\varphi_\lambda\right)dy_1\,dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=(-1)^{\mu\left[\frac{2r+1}{3}\right]+\nu\left[\frac{4r+3}{5}\right]}2^{2r-1}\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_\varepsilon\cos\left(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+3}+\ldots+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(4r+2)\pi}{4r+3}\right)\cdot$$

$$\cdot\prod_1^r J^0\left(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\right)J^{3^\mu5^\nu+1}(y_{2r+1})\cos\left(3^\mu5^\nu\varphi_\lambda\right)dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{3^\mu5^\nu+\mu\left[\frac{2r+2}{3}\right]+\nu\left[\frac{4r+5}{5}\right]}(4\pi)^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\cos\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{4r\pi}{4r+1}\Big)\cdot$$

$$\cdot\prod_{\lambda=1}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\cos\big(2^{\nu_1+1}3^{\nu_2}5^{\nu_3}\varphi_\lambda\big)\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=(-1)^{\nu_1+\left[\frac{2r+1}{3}\right]+\nu_2+\left[\frac{4r+3}{5}\right]+\nu_3+r+1}2^{2r-1}\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\sin\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_3\cos\frac{4\pi}{4r+3}+\ldots+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(4r+2)\pi}{4r+1}\Big)$$

$$\cdot\prod_{\lambda=1}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\,J^{2^{\nu_1+1}3^{\nu_2}5^{\nu_3}}(y_{2r+1})\cos\big(2^{\nu_1+1}3^{\nu_2}5^{\nu_3}\varphi_\lambda\big)\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{2^{\nu_1}+(r+1)\nu_1+1+\nu_2+\left[\frac{2r+2}{3}\right]+\nu_3+\left[\frac{4r+3}{5}\right]}(4\pi)^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\Big(y_1\sin\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\sin\frac{2\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\sin\frac{2r\pi}{4r+1}\Big)\cdot$$

$$\cdot\prod_{\lambda=1}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\cos 12\varphi_\lambda\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=(-1)^{r+\left[\frac{2r+3}{6}\right]}2^{2r-1}\pi^r\sqrt{4r+1}$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\Big(y_1\sin\frac{\pi}{4r+3}+\varepsilon_1y_2\sin\frac{2\pi}{4r+3}+\ldots$$

$$+\varepsilon_{2r}y_{2r}\sin\frac{(2r+1)\pi}{4r+3}\Big)J^{12}(y_{2r+1})\prod_{\lambda=1}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\cos 12\varphi_\lambda\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{r+\left[\frac{r+2}{3}\right]}(4\pi)^r\sqrt{4r+3}$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\Big(y_1\cos\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{2r\pi}{4r+1}\Big)\cdot$$

$$\cdot\prod_{\lambda=1}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\cos 12\varphi_\lambda\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=(-1)^{r+1+\left[\frac{2r+3}{6}\right]}2^{2r-1}\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\Big(y_1\cos\frac{\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\ldots$$

$$+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(2r+1)\pi}{4r+1}\Big)J^{12}(y_{2r+1})\prod_{\lambda=1}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\cos 12\varphi_\lambda\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_\lambda=$$

$$=(-1)^{r+\left[\frac{r+2}{3}\right]}2^{2r}\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r-1}\cos\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+1}+\varepsilon_1y_2\cos\frac{4\pi}{4r+1}+\ldots+\varepsilon_{2r-1}y_{2r}\cos\frac{4r\pi}{4r+1}\Big)\cdot$$

$$\cdot\prod_{\lambda=0}^{r}J^0\big(\sqrt{y_{2\lambda-1}^2+y_{2\lambda}^2-2y_{2\lambda-1}y_{2\lambda}\cos\varphi_\lambda}\big)\cos 12\varphi_\lambda\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r}d\varphi_\lambda=(-1)^{\left[\frac{2r+3}{6}\right]}2^{2r-1}\pi^r$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\int_0^\pi\int_0^\pi\cdots\int_0^\pi\sum_{\varepsilon}\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_{2r}\sin\Big(y_1\cos\frac{2\pi}{4r+3}+\varepsilon_1 y_2\cos\frac{4\pi}{4r+3}+\ldots$$

$$+\varepsilon_{2r}y_{2r+1}\cos\frac{(4r+2)\pi}{4r+3}\Big)J^{12}(y_{2r+1})\prod_1^r J^0\big(\sqrt{y_{2i-1}^2+y_{2i}^2-2y_{2i-1}y_{2i}\cos\varphi_i}\big)\cos 12\varphi_r\,dy_1dy_2\ldots dy_{2r+1}d\varphi_r=$$

$$=(-1)^{\left[\frac{r+2}{3}\right]}(4\pi)^{r}$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty\cdots\int_0^\infty\prod_1^{\frac{m-1}{2}}\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}+i\sin\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k\Big)^{12}\sin\varphi_k\,d\varphi_k=(-1)^{\left[\frac{m+5}{12}\right]}2^{m-1}$$

$$\int_0^1\int_0^1\cdots\int_0^1\prod_1^{\frac{m-1}{2}}C_{10}^{\nu}\Big(z_k\sin\frac{k\pi}{m}\Big)\,dz_k=(-1)^{\frac{m-1}{2}+\left[\frac{m+5}{12}\right]}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cdots\int_0^{\frac{\pi}{2}}\prod_1^{\frac{m-1}{2}}\cos^6\varphi_k\Big\{\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k+i\sin\varphi_k\Big)^{12}+\Big(\cos\frac{2k\pi}{m}\cos\varphi_k-i\sin\varphi_k\Big)^{12}\Big\}\,d\varphi_k=$$

$$=(-1)^{\left[\frac{m+5}{12}\right]}\Big(\frac{2^4\sqrt{\pi}}{693}\Big)^{\frac{m-1}{2}}$$

($\zeta=0$ für $r=1,3,9$, $\zeta=1$ für $r=5,11,13$; $\varkappa=0$ für $r=1,5,7,9,19$, $\varkappa=1$ für $r=3,13,15,17,21$).

Multiplicirt man die Gleichung 14) mit $\dfrac{\varphi_1^{(n)}(y)}{2^n\Gamma\left(n+\nu+\frac{1}{2}\right)}$ und summirt bezüglich n von 0 bis ∞, so erhält man die Relation:

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi_1^{(n)}(y)\,C_n^{\nu}(x)}{2^n\Gamma\left(n+\nu+\frac{1}{2}\right)}=\frac{1}{\Gamma(\nu)\sqrt{\pi}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi_1^{(n)}(y)}{\Gamma(n)}\Big\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi)^n+(x\cos\varphi-i\sin\varphi)^n\Big\}\cos n\varphi$$

$$=\frac{1}{\Gamma(\nu)\sqrt{\pi}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi_1^{(n)}(y)}{\Gamma(n)}\Big\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)^n+(x\sin\varphi-i\cos\varphi)^n\Big\}\sin n\varphi$$

oder

$$15)\quad\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi_1^{(n)}(y)\,C_n^{\nu}(x)}{2^n\Gamma\left(n+\nu+\frac{1}{2}\right)}=\frac{1}{\Gamma(\nu)\sqrt{\pi}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\Big\{\varphi_1\Big(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+$$

$$+\varphi_1\Big(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$=\frac{1}{\Gamma(\nu)\sqrt{\pi}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\Big\{\varphi_1\Big(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+$$

$$+\varphi_1\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

aus welcher die Formel

$$16) \quad \varphi_1^{(n)}(y) = \frac{2^{n-1}(n+\nu)\Pi(n)\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{\Pi(n+2\nu-1)\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_n^{\nu}(x)\cdot$$

$$\cdot\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2^{n-1}(n+\nu)\Pi(n)\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{\Pi(n+2\nu-1)\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_n^{\nu}(x)\cdot$$

$$\cdot\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

folgt, welche eine interessante Darstellung der n^{ten} Ableitung einer Function durch ein bestimmtes Doppelintegral liefert.

Auf demselben Wege findet man die entsprechenden Formeln:

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi^{(n)}(y_1)\,C_{2n}^{\nu}(x)}{\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)} = \frac{1}{\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\right.$$

$$\left.+\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$= \frac{1}{\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\right.$$

$$\left.+\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi^{(n)}(y_1)\,C_{2n+1}^{\nu}(x)}{\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)} = \frac{1}{\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{(x\cos\varphi+\right.$$

$$+i\sin\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+(x\cos\varphi-i\sin\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi+\right.$$

$$\left.\left.+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$= \frac{1}{\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\right.$$

$$\left.+(x\sin\varphi-i\cos\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$\varphi_1^{(n)}(y) = \frac{2^{2n-1}(2n+\nu)\Pi(2n)\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)}{\Pi(2n+2\nu-1)\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_{2n}^{\nu}(x)\cdot$$

$$\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2^{2n-1}(2n+\nu)\Gamma(2n)\Gamma\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2n-1}{2}\right)}{\Gamma(2n+2\nu-1)\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x)\,.$$

$$\sin^{2\nu-1}\varphi \left\{\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} dx\,d\varphi$$

$$\varphi_1^{(n)}(y) = \frac{2^{2n}(2n+\nu+1)\Gamma(2n+1)\Gamma\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Gamma(2n+2\nu)\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n+1}^{\nu}(x)$$

$$\cdot\cos^{2\nu-1}\varphi \left\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\right.$$

$$\left.+(x\cos\varphi-i\sin\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\sin 2\varphi\cos^2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} dx\,d\varphi$$

$$- \frac{2^{2n}(2n+\nu+1)\Gamma(2n+1)\Gamma\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Gamma(2n+2\nu)\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n+1}^{\nu}(x)\,.$$

$$\cdot\sin^{2\nu-1}\varphi \left\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\right.$$

$$\left.+(x\sin\varphi-i\cos\varphi)\,\varphi_1\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} dx\,d\varphi$$

Multiplicirt man ferner die Gleichungen

$$z^n = \frac{(n+\nu)\Gamma(n)}{2^{2\nu-1}\Gamma(n+2\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}$$

$$\frac{z^n}{(1-z^2)^{\nu}} = \frac{\Gamma(n)\nu}{2^{2\nu-1}\Gamma(n+2\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}$$

$$z^n F\left(\frac{\alpha+n}{2}, \frac{\alpha+n+1}{2}, \frac{\beta+n}{2}, \frac{\beta+n+1}{2}, n+\nu+1, \frac{\gamma+n}{2}, \frac{\gamma+n+1}{2}, z^2\right) =$$

$$= \frac{2^{\nu+1}\Gamma(n)\Gamma(n+\nu)\Gamma(\alpha-1)\Gamma(\beta-1)\Gamma(\gamma+n-1)}{\Gamma(\nu-1)\Gamma(\alpha+n-1)\Gamma(\beta+n-1)\Gamma(\gamma-1)\Gamma(n+2\nu-1)} \int_{-1}^{+1} F(\alpha,\beta,\gamma,zx)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\,dx$$

und $\mathfrak{T}n$ bez. mit

$$\frac{\Gamma(n+2\nu-1)\varphi_1^{(n)}(y)}{2^{\nu}(n+\nu)\Gamma(n)\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}, \quad \frac{\Gamma(n+2\nu-1)\varphi_1^{(n)}(y)}{2^{\nu}\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Gamma(n)}, \quad \frac{\Gamma(\alpha+n-1)\Gamma(\beta+n-1)\Gamma(n+2\nu-1)\varphi_1^{(n)}(y)}{2^{2\nu+1}\Gamma(n+\nu)\Gamma(\gamma+n-1)\Gamma(n)\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)},$$

und summirt bezüglich n von 0 bis ∞, so ergeben sich unter Berücksichtigung der eben aufgestellten Gleichungen die Formeln:

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\Gamma(n+2\nu-1)\varphi_1^{(n)}(y)z^n}{2^n\Gamma(n)\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)(n+\nu)}=\frac{2}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)}\left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}$$

$$\cos^{2\nu-2}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$=\frac{2}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)}\left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}$$

$$\sin^{2\nu-2}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\Gamma(n+2\nu-1)\varphi_1^{(n)}(y)z^n}{2^n\Gamma(n)\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}=\frac{2\nu}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)}\left[\frac{\Gamma(2\nu-2)}{2^{\nu-1}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}$$

$$\cos^{2\nu-2}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$=\frac{2\nu}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)}\left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu-1}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}$$

$$\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\Gamma(\alpha+n-1)\Gamma(\beta+n-1)\Gamma(n+2\nu-1)\varphi_1^{(n)}(y)z^n}{2^{n+1}\Gamma(n)\Gamma(n+\nu)\Gamma(\gamma+n-1)\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}=F\left(\frac{\alpha+n}{2},\frac{\alpha+n+1}{2},\frac{\beta+n}{2},\frac{\beta+n+1}{2},n+\nu+1,\frac{\gamma+n+1}{2},\frac{\gamma+n}{2},z^2\right)=$$

$$=\frac{\Gamma(\alpha-1)\Gamma(\beta-1)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\gamma-1)\left|\Gamma(\nu-1)\right|^2}\int_{-1}^{+1}F(\alpha,\beta,\gamma,xz)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-2}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\right.$$

$$\left.+\varphi_1\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi$$

$$=\frac{\Gamma(\alpha-1)\Gamma(\beta-1)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\gamma-1)\left|\Gamma(\nu-1)\right|^2}\int_{-1}^{+1}F(\alpha,\beta,\gamma,xz)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-2}\varphi\left\{\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\right.$$

$$\left.+\varphi_1\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n \frac{\varphi_1^{(n)}(y)\, C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sqrt{\pi}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^{x}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\,.$$

$$.\cos^{4\nu-1}\psi\,\Big\{\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sqrt{\pi}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^{x}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\,.$$

$$.\sin^{4\nu-1}\psi\,\Big\{\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi_1^{(n)}(y)\, C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sqrt{\pi}\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_x^{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}\sin\frac{\varphi}{2}\,.$$

$$.\cos^{4\nu-1}\psi\,\Big\{\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sqrt{\pi}\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_x^{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}\sin\frac{\varphi}{2}\,.$$

$$.\sin^{4\nu-1}\psi\,\Big\{\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n\frac{\varphi_1^{(n)}(y)\, C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sqrt{\pi}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^{x}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}\sin\varphi\,.$$

$$.\cos^{4\nu-3}\psi\,\Big\{\Big(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi+i\sin\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\Big(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi-i\sin\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sqrt{\pi}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}\sin\varphi\,.$$

$$.\sin^{4\nu-3}\psi\,\Big\{\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi+i\cos\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\Big(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi-i\cos\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\varphi_1^{(n)}(y)\,C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sqrt{\pi}\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi\,.$$

$$.\cos^{4\nu-3}\psi\,\Big\{\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi+i\sin\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi-i\sin\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sqrt{\pi}\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi\,.$$

$$.\sin^{4\nu-3}\psi\,\Big\{\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi+i\cos\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi+\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi-i\cos\psi\Big)\varphi_1\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

Setzt man in den eben abgeleiteten Gleichungen speciell der Reihe nach

$$\varphi_1(y) = y^{-\frac{\mu}{2}} J^{\mu}(\sqrt{y})$$

$$\varphi_1(y) = y^{\frac{\mu}{2}} J^{\mu}(\sqrt{y})$$

$$\varphi_1(y) = C_{\mu}^{\nu}(y)$$

und berücksichtigt, dass

$$\left[y^{-\frac{\mu}{2}} J^{\mu}(\sqrt{y})\right]^{(n)} = \left(-\frac{1}{2}\right)^n y^{-\frac{\mu+n}{2}} J^{\frac{\mu+n}{2}}(\sqrt{y})$$

$$\left[y^{\frac{\mu}{2}} J^{\mu}(\sqrt{y})\right]^{(n)} = \left(\frac{1}{2}\right)^n y^{\frac{\mu-n}{2}} J^{\frac{\mu-n}{2}}(\sqrt{y})$$

$$\left[C_{\mu}^{\nu}(x)\right]^{(n)} = \frac{2^n\,\Pi(\mu+n-1)}{\Pi(\mu-1)}\,C_{\mu+n}^{\nu+n}(y)$$

ist, so erhält man die folgenden Formeln

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n \frac{y^{-\frac{n}{2}} J_{\mu+n}(\sqrt{y})\, C_n^{\nu}(x)}{2^{2n}\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{y^{\frac{\mu}{2}}}{\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_\mu\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} d\varphi$$

$$= \frac{y^{\frac{\mu}{2}}}{\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_\mu\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \right.$$

$$\left. + \left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_\mu\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} d\varphi$$

$$J_{\mu+n}(\sqrt{y}) = (-1)^n \frac{2^{2n+1}(n+\nu)\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right) y^{\frac{\mu+n}{2}}}{\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\,.$$

$$\cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_\mu\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} dx\, d\varphi$$

$$= (-1)^n \frac{2^{2n+1}(n+\nu)\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right) y^{\frac{\mu+n}{2}}}{\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\,.$$

$$\sin^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_\mu\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} dx\, d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n \frac{y^{-\frac{n}{2}} J_{\mu+n}(\sqrt{y})\, C_{2n}^{\nu}(x)}{2^{2n}\,\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{y^{\frac{\mu}{2}}}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + \left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)\right\} d\varphi$$

$$- \frac{y^{\frac{\mu}{2}}}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + \left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left. J_\mu\left(\sqrt{y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)\right\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n \frac{y^{-\frac{\mu}{2}} C_{2n+1}^{\nu}(x) J_{\mu+\nu+2n+1}(\sqrt{y})}{2^n \Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right) \Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)} = \frac{y^{\frac{\nu}{2}}}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \, d\varphi \, (x\cos\varphi + i\sin\varphi)$$

$$\cdot \left(y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) +$$

$$+ (x\cos\varphi - i\sin\varphi)\left(y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) d\varphi$$

$$= \frac{y^{\frac{\nu}{2}}}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \, d\varphi \, (x\sin\varphi + i\cos\varphi)\left(y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}$$

$$\cdot J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + (x\sin\varphi - i\cos\varphi)\left(y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}$$

$$J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) d\varphi$$

$$J_{\mu+\nu}(\sqrt{y}) = (-1)^n \frac{2^{3n-1}(2n+\nu)\Pi(2n)\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)}{\Pi(2n+2\nu-1)\Pi(\nu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 y^{\frac{\mu+\nu}{2}}$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x)\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi\, d\varphi \left(y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}$$

$$\cdot J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + \left(y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}$$

$$\cdot J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)$$

$$= (-1)^n \frac{2^{3n-1}(2n+\nu)\Pi(2n)\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\Pi(2n+2\nu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 y^{\frac{\mu+\nu}{2}} \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x)\,.$$

$$\cdot \sin^{2\nu-1}\varphi \left(y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) +$$

$$+ \left(y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) dx\,d\varphi$$

$$J_{\mu+n}(\sqrt{y}) = (-1)^n \frac{2^{3n}(2n+\nu+1)\Pi(2n+1)\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\Pi(2n+2\nu)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 y^{\frac{\mu+n}{2}}$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n+1}^{\nu}(x)\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi\, d\varphi \,(x\cos\varphi + i\sin\varphi)\left(y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}$$

$$\cdot J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + (x\cos\varphi - i\sin\varphi)\left(y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}$$

$$\cdot J_{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)$$

$$= (-1)^n \frac{2^{3n}(2n+\nu+1)\,\Gamma(2n+1)\,\Gamma\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Gamma(\nu-1)\,\Gamma(2n+2\nu)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^\nu\,\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 y^{\frac{\mu+n}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C'_{2n+1}(x)\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi \left\{(x\sin\varphi + i\cos\varphi)\left(y + x^2\sin^2\varphi + xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$J^\mu\left(\sqrt{y + x^2\sin^2\varphi + xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + (x\sin\varphi - i\cos\varphi)\left(y + x^2\sin^2\varphi - xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}} \cdot$$

$$\left. \cdot J^\mu\left(\sqrt{y + x^2\sin^2\varphi - xi\sin\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)\right\}$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \frac{\Gamma(n+2\nu-1)\,y^{-\frac{n}{2}}\,J^{\mu+n}(\sqrt{y})\,z^n}{2^{2n}\Gamma(n)\,\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)(n+\nu)} = \frac{2y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^\nu\,\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^\nu} \cdot$$

$$\cdot \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y + x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J^\mu\left(\sqrt{y + x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y + x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot J^\mu\left(\sqrt{y + x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^\nu\,\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^\nu} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi \left\{\left(y + x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$\cdot J^\mu\left(\sqrt{y + x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y + x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J^\mu\left(\sqrt{y + x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\left.\right\}$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \frac{\Gamma(n+2\nu-1)\,y^{-\frac{n}{2}}\,J^{\mu+n}(\sqrt{y})\,z^n}{2^{2n}\Gamma(n)\,\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{2\nu y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^\nu\,\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 (1-z^2)^\nu \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}} \cdot$$

$$\cdot \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(y + x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J^\mu\left(\sqrt{y + x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y + x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot J^\mu\left(\sqrt{y + x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2\nu y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)} \left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^\nu\,\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 (1-z^2) \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^\nu} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi \left\{\left(y + x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$\cdot J^\mu\left(\sqrt{y + x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \left(y + x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J^\mu\left(\sqrt{y + x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\left.\right\}$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \cdot$$

$$\cdot \frac{\Gamma(\alpha+n-1)\,\Gamma(\beta+n-1)\,\Gamma(n+2\nu-1)\,y^{-\frac{n}{2}}\,J^{\gamma+n}(\sqrt{y})\,e^n\,F\left(\frac{\alpha+n}{2}, \frac{\alpha+n+1}{2}, \frac{\beta+n}{2}, \frac{\beta+n+1}{2}, n+\nu+1, \frac{\gamma+n}{2}, \frac{\gamma+n+1}{2}, e^2\right)}{2^{3n+1}\,\Gamma(n)\,\Gamma(n+\nu)\,\Gamma(\gamma+n-1)\,\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)} =$$

$$= \frac{\Pi(\alpha-1)\Pi(\beta-1)y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\gamma-1)[\Pi(\nu-1)]^2}\int_{-1}^{+1} F(\alpha,\beta,\gamma,cx)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}d\varphi$$

$$-\frac{\Pi(\alpha-1)\Pi(\beta-1)y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\gamma-1)[\Pi(\nu-1)]^2}\int_{-1}^{+1} F(\alpha,\beta,\gamma,cx)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{y^{-\frac{n}{2}}J^{\mu+n}(\sqrt{y})\,C_n^{\nu}(\cos x)}{2^n\,\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\cdot$$

$$\cdot\cos^{4\nu-1}\psi\left\{\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\cdot\right.$$

$$\cdot J^{\mu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+\left(y+\sin\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\cdot$$

$$\left.\cdot J^{\mu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\right\}d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{4\nu-1}\psi\left\{\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+\right.\right.$$

$$\left.+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\varphi 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+$$

$$\left.+\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin^2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\right\}d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n\frac{y^{-\frac{n}{2}}J^{\mu+n}(\sqrt{y})\,C_n^{\nu}(\cos x)}{2^n\,\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)y^{\frac{\mu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\Pi(2\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_x^{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}\sin\frac{\varphi}{2}\cdot$$

$$\cdot\cos^{4\nu-1}\psi\left\{\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\cdot\right.$$

$$\cdot J^{\mu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin^2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{-\frac{\mu}{2}}\cdot$$

$$\left.\cdot J^{\mu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\right\}d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right) y^{\frac{n}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-1}\psi \Big\{ y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + $$

$$+ i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}} J_n\Big(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big) +$$

$$+ \Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}} J_n\Big(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big)\Big\}\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{y^{-\frac{n}{2}} J_{n+\nu}(\sqrt{y})\, C_{2n+1}^{\nu}(\cos x)}{2^n \Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right) y^{\frac{n}{2}}}{\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sqrt{\pi}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}\sin\varphi\,\cdot$$

$$\cdot \cos^{4\nu-3}\psi \Big\{\Big(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\Big)\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}}\cdot$$

$$J_n\Big(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big) + \Big(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi - i\sin\psi\Big)\cdot$$

$$\cdot\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}} J_n\Big(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right) y^{\frac{n}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos\varphi-\cos x)^{\nu-2}\sin\varphi\,d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-3}\psi \Big\{\Big(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi + i\cos\psi\Big)\cdot$$

$$\cdot\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}} J_n\Big(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big) +$$

$$+ \Big(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi - i\cos\psi\Big)\Big(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}}\cdot$$

$$\cdot J_n\Big(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big)\Big\}\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{y^{-\frac{n}{2}} J_{n+\nu}(\sqrt{y})\, C_{2n+1}^{\nu}(\cos x)}{2^n \Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right) y^{\frac{n}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi\,\cdot$$

$$\cdot \cos^{4\nu-3}\psi \Big\{\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\Big)\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}}\cdot$$

$$J_n\Big(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big) + \Big(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi - i\sin\psi\Big)\Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\cdot$$

$$\cdot\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{-\frac{n}{2}} J_n\Big(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big)\Big\}\,d\varphi\,d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right) y^{\frac{\nu}{2}}}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{\varphi}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi\,d\varphi \int_0^{\frac{\varphi}{2}} \sin^{2\nu-1}\psi \Big(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi + i\cos\psi\Big)^{\nu}$$

$$\cdot \Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{\frac{\nu}{2}} J_\nu\Big(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big) +$$

$$+ \Big(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi - i\cos\psi\Big)^{\nu} \Big(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J_\nu\Big(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\Big)\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{y^{n+\frac{\nu}{2}} J_{n+\nu}(\sqrt{y})\,C_n^{(\nu)}(x)}{2^{2n}\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{1}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\nu-1}{2}}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \Big(y+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J_\nu\Big(\sqrt{y+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big) + \Big(y+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} J_\nu\Big(\sqrt{y+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big)\,d\varphi$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\nu-1}{2}}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \Big(y+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} J_\nu\Big(\sqrt{y+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big) +$$

$$+ \Big(y+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} J_\nu\Big(\sqrt{y+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big)\,d\varphi$$

$$J_{n+\nu}(\sqrt{y}) = \frac{2^{n-1}\,(n+\nu)\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right) y^{\frac{n-\nu}{2}}}{\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \left|\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right|^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{(\nu)}(x) \cdot$$

$$\cdot \cos^{2\nu-1}\varphi \Big(y+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} J_\nu\Big(\sqrt{y+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big) + \Big(y+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J_\nu\Big(\sqrt{y+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big)\,dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2^{n-1}\,(n+\nu)\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right) y^{\frac{n-\nu}{2}}}{\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}} \left|\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right|^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{(\nu)}(x) \cdot$$

$$\cdot \sin^{2\nu-1}\varphi \Big(y+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} J_\nu\Big(\sqrt{y+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big) + \Big(y+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J_\nu\Big(\sqrt{y+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\Big)\,dx\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{y^{n+\frac{\nu}{2}} J_{n+\nu}(\sqrt{y})\,C_n^{(\nu)}(x)}{2^{2n}\,\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)} = \frac{1}{\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\nu-1}{2}}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \Big(y+x^2\cos^4\varphi + i\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J_\nu\Big(\sqrt{y+x^2\cos^4\varphi + x\,i\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\Big) + \Big(y+x^2\cos^4\varphi - x\,i\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J_\nu\Big(\sqrt{y+x^2\cos^4\varphi - x\,i\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\Big)\,d\varphi$$

$$= \frac{1}{\Pi(\nu-1)\, y^{\frac{\mu}{2}}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ \left(y + x^2 \sin^4\varphi + xi \sin^2\varphi \sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y + x^2 \sin^4\varphi + xi \sin^2\varphi \sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + \left(y + x^2 \sin^4\varphi - xi \sin^2\varphi \sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} \cdot$$

$$\left. \cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y + x^2 \sin^4\varphi - xi \sin^2\varphi \sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) \right\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{y^{-\frac{n}{2}} J^{\mu-n}(\sqrt{y})\, C_{2n+1}^{\nu}(x)}{2^n \Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right) \Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)} = \frac{1}{\Pi(\nu-1)\, y^{\frac{\mu}{2}}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{ (x\cos\varphi + i\sin\varphi) \cdot \right.$$

$$\cdot \left(y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\nu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + (x\cos\varphi - i\sin\varphi) \cdot$$

$$\left. \cdot \left(y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\nu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) \right\} d\varphi$$

$$= \frac{1}{\Pi(\nu-1)\, y^{\frac{\mu}{2}}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ (x\sin\varphi + i\cos\varphi) \left(y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} \cdot \right.$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + (x\sin\varphi - i\cos\varphi)\left(y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} \cdot$$

$$\left. \cdot J^{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) \right\} d\varphi$$

$$J^{\nu+\mu}(\sqrt{y}) = \frac{2^{3n-1}(2n+\nu)\,\Pi(2n)\,\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2n+2\nu-1)\, y^{\frac{\mu-n}{2}}} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x) \cdot$$

$$\cdot \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{ \left(y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi + xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + \right.$$

$$\left. + \left(y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\cos^4\varphi - xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) \right\} dx\, d\varphi$$

$$= \frac{2^{3n-1}(2n+\nu)\,\Pi(2n)\,\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2n+2\nu-1)\, y^{\frac{\mu-n}{2}}} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x) \cdot$$

$$\cdot \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ \left(y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\mu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi + xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) + \right.$$

$$\left. + \left(y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\nu}\left(\sqrt{y + x^2\sin^4\varphi - xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right) \right\} dx\, d\varphi$$

$$J^{\mu-n}(\sqrt{y}) = \frac{2^{3n}(2n+\nu+1)\,\Pi(2n+1)\,\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Pi(2n+2\nu)\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\mu-n}{2}}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,C'_{2n+1}(x)\,.$$

$$.\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(x\cos\varphi+i\sin\varphi\right)\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$.J^{\mu}\left(\sqrt{y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)+\left(x\cos\varphi-i\sin\varphi\right)\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}$$

$$\left..J^{\mu}\left(\sqrt{y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$=\frac{2^{3n}(2n+\nu+1)\,\Pi(2n+1)\,\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Pi(2n+2\nu)\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\mu-n}{2}}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,C'_{2n+1}(x)\,.$$

$$.\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(x\sin\varphi+i\cos\varphi\right)\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$.J^{\mu}\left(\sqrt{y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)+\left(x\sin\varphi-i\cos\varphi\right)\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}$$

$$\left..J^{\mu}\left(\sqrt{y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\Pi(n+2\nu-1)\,y^{-\frac{n}{2}}J^{\mu-n}(\sqrt{y})\,z^n}{2^{2n}\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)(n+\nu)}=\frac{2}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\mu}{2}}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}\,.$$

$$.\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left..J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$=\frac{2}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\mu}{2}}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi\left\{\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left..J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\Pi(n+2\nu-1)\,y^{-\frac{n}{2}}J^{\mu-n}(\sqrt{y})\,z^n}{2^{2n}\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}=\frac{2\nu}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,y^{\frac{\mu}{2}}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\,.$$

$$\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left..J^{\mu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2\nu}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)\,y^{\frac{\nu}{2}}}\left[\frac{\Gamma(2\nu-1)}{2^{\nu}\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi\left\{\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}}\right.$$

$$\left.J^{\nu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}}J^{\nu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{\Gamma(\alpha+n-1)\,\Gamma(\beta+n-1)\,\Gamma(n+2\nu-1)\,y^{-\frac{n}{2}}\,J^{\nu-n}(\sqrt{y})\,z^n}{2^{3n+1}\,\Gamma(n)\,\Gamma(n+\nu)\,\Gamma(\gamma+n-1)\,\Gamma\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}\cdot$$

$$\cdot F\left(\frac{\alpha+n}{2},\ \frac{\alpha+n+1}{2},\ \frac{\beta+n}{2},\ \frac{\beta+n+1}{2},\ n+\nu+1,\ \frac{\gamma+n}{2},\ \frac{\gamma+n+1}{2},\ z^2\right) = \frac{\Gamma(\alpha-1)\,\Gamma(\beta-1)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\gamma-1)\,|\Gamma(\nu-1)|^2\,y^{\frac{\mu}{2}}}\cdot$$

$$\cdot\int_{-1}^{+1}F(\alpha,\beta,\gamma,cx)\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}}J^{\nu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\right.$$

$$\left.+\left(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\nu}{2}}J^{\nu}\left(\sqrt{y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}d\varphi+$$

$$= \frac{\Gamma(\alpha-1)\,\Gamma(\beta-1)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\gamma-1)\,|\Gamma(\nu-1)|^2\,y^{\frac{\mu}{2}}}\int_{-1}^{+1}F(\alpha,\beta,\gamma,cx)\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}\right.$$

$$\left.J^{\nu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{\mu}{2}}J^{\nu}\left(\sqrt{y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n\frac{y^{-\frac{n}{2}}\,J^{\nu-n}(\sqrt{y})\,C_n^{\nu}(\cos x)}{2^n\,\Gamma\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Gamma\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)\,\Gamma(2\nu-1)\,y^{\frac{\nu}{2}}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot$$

$$\cdot\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{4\nu-1}\psi\,d\psi\left\{\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\nu}{2}}\cdot\right.$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\cdot$$

$$\left.\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\right\}.$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Gamma(\nu-1)\,\Gamma(2\nu-1)\,y^{\frac{\nu}{2}}\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\int_0^x\int_0^{\frac{\pi}{2}}(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\cdot$$

$$\cdot\sin^{4\nu-1}\psi\left\{\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\cdot\right.$$

$$J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\cdot$$

$$\left.J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\right\}d\varphi\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{y^{-\frac{\nu}{2}} J^{\nu+n}(\sqrt{y})\, C_n^{\nu}(\cos x)}{2^n \Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right) \Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\, y^{\frac{\nu}{2}} \cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x - \cos\psi)^{\nu-1} \sin\frac{\varphi}{2} \cdot$$

$$\cdot \cos^{4\nu-1}\psi \left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) + \left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) d\varphi\, d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\, y^{\frac{\nu}{2}} \cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^{\pi} \int_0^{\frac{x}{2}} (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-1} \sin\frac{\varphi}{2} \cdot$$

$$\cdot \sin^{4\nu-1}\psi \left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) + \left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\nu}{2}} \cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) d\varphi\, d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} (-1)^n \frac{y^{\frac{n}{2}} J^{\nu-n}(\sqrt{y})\, C_n^{\nu}(\cos x)}{2^n \Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right) \Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\, y^{\frac{n}{2}} \sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-2} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-3}\psi \left(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\right) \cdot$$

$$\cdot \left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{n}{2}} J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) +$$

$$+ \left(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi - i\sin\psi\right)\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{n}{2}} \cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\, y^{\frac{n}{2}} \sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-2} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-3}\psi \left(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi + i\cos\psi\right) \cdot$$

$$\cdot \left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{n}{2}} J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) +$$

$$+ \left(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi - i\cos\psi\right)\left(y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{n}{2}} \cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right) d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} y^{-\frac{n}{2}} J^{\nu+n}\left(\sqrt{y}\right) C_n^{\nu}(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\,y^{\frac{\nu}{2}}\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_x^{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi\,\cdot$$

$$\cdot\,\cos^{4\nu-3}\psi\,J^{\nu}\left(\left(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi+i\sin\psi\right)\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{1}{2}}\right)\cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+\left(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi-i\sin\psi\right)\cdot$$

$$\cdot\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\Big\}\,d\varphi d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\,y^{\frac{\mu}{2}}\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_x^{\pi}(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi\,d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{4\nu-3}\psi\,\Big\{\Big(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi+i\cos\psi\Big)\cdot$$

$$\cdot\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}} J^{\mu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)+$$

$$+\left(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi-i\cos\psi\right)\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)^{\frac{\mu}{2}}\cdot$$

$$\cdot J^{\nu}\left(\sqrt{y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}}\right)\Big\}\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{\Pi(\mu+n-1)}{\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)} C_r^{\mu+n}(y)\,C_n^{\nu}(x) =$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^{\mu}\Big(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^{\mu}\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$C_{r-n}^{\mu+n}(y) = \frac{(n+\nu)\,\Pi(\mu-1)\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{2\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_n^{\nu}(x)\,\cdot$$

$$\cdot\,\cos^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^{\mu}\Big(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,dx\,d\varphi$$

$$= \frac{(n+\nu)\,\Pi(\mu-1)\,\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}{2\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_n^{\nu}(x)\,\cdot$$

$$\cdot\,\sin^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(y+x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^{\mu}\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,dx\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n \Pi(n+\mu-1)}{\Pi(2n+\nu-\frac{1}{2})\Pi(\frac{2n-1}{2})} C_{r-n}^{\mu+n}(y) C_{2n}^{\nu}(x) = \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \cdot$$

$$\cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\varphi$$

$$-\frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^{\mu}\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + \right.$$

$$\left. + C_r^{\mu}\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n \Pi(n+\mu-1)}{\Pi(2n+\nu+\frac{1}{2})\Pi(\frac{2n+1}{2})} C_{r-n}^{\mu+n}(y) C_{2n+1}^{\nu}(x) = \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi)\right.$$

$$\cdot C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + (x\cos\varphi-i\sin\varphi) C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\Big\} d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi) C_r^{\mu}\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + \right.$$

$$\left. + (x\sin\varphi-i\cos\varphi) C_r^{\mu}\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\varphi$$

$$C_{r+n}^{\mu+n}(y) = \frac{2^{n-1}\Pi(\mu-1)(2n+\nu)\Pi(2n)\Pi(2n+\nu-\frac{1}{2})\Pi(\frac{2n-1}{2})}{\Pi(\nu-1)\Pi(2n+2\nu-1)\Pi(n+\mu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi(\frac{2\nu-1}{2})}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x) \cdot$$

$$\cdot \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^2\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} dx\, d\varphi$$

$$= -\frac{2^{n-1}\Pi(\mu-1)(2n+\nu)\Pi(2n)\Pi(2n+\nu-\frac{1}{2})\Pi(\frac{2n-1}{2})}{\Pi(\nu-1)\Pi(2n+2\nu-1)\Pi(n+\mu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi(\frac{2\nu-1}{2})}\right]^2 \int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x) \cdot$$

$$\cdot \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^{\mu}\left(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + C_r^{\mu}\left(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} dx\, d\varphi$$

$$C_{r+n}^{\mu+n}(y) = -\frac{2^r\Pi(\mu-1)(2n+\nu+1)\Pi(2n+1)\Pi(2n+\nu+\frac{1}{2})\Pi(\frac{2n+1}{2})}{\Pi(\nu-1)\Pi(2n+2\nu)\Pi(n+\mu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi(\frac{2\nu-1}{2})}\right]^2 \cdot$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n+1}^{\nu}(x)\, dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi) C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + \right.$$

$$\left. + (x\cos\varphi-i\sin\varphi) C_r^{\mu}\left(y+x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\varphi$$

$$= \frac{2^n \Pi(\mu-1)\,(2n+\nu+1)\,\Pi(2n+1)\,\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2n+2\nu)\,\Pi(n+\mu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,C'_{2n+1}(x)\,.$$

$$.\ \sin^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)+$$

$$+\ (x\sin\varphi-i\cos\varphi)\,C_r^\mu\Big(y+x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)\Big\}\,dx\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)(n+\nu)}\,C_{r-n}^{\mu+n}(y)z^n = \frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^\nu}\,\cdot$$

$$\cos^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^\mu\Big(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^\nu}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+$$

$$+\ C_r^\mu\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}\,C_{r-n}^{\mu+n}(y)z^n = \frac{2\nu\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\,\cdot$$

$$.\ \cos^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^\mu\Big(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,dx\,d\varphi$$

$$= \frac{2\nu\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+$$

$$+\ C_r^\mu\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(\alpha+n-1)\,\Pi(\beta+n-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\,c^n}{2^{n+1}\,\Pi(n)\,\Pi(n+\nu)\,\Pi(\gamma+n-1)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)}\,\cdot$$

$$.\,C_{n-r}^{\mu+n}(y)\,F\Big(\frac{\alpha+n}{2},\frac{\alpha+n+1}{2},\frac{\beta+n}{2},\frac{\beta+n+1}{2},n+\nu+1,\frac{\gamma+n}{2},\frac{\gamma+n+1}{2},c^2\Big) = \frac{\Pi(\alpha-1)\,\Pi(\beta-1)\,\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\gamma-1)\,[\Pi(\nu-1)]^2}\,\cdot$$

$$.\int_{-1}^{+1}F(\alpha,\beta,\gamma,cx)\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^\mu\Big(y+x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\alpha-1)\,\Pi(\beta-1)\,\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\gamma-1)\,[\Pi(\nu-1)]^2}\int_{-1}^{+1}F(\alpha,\beta,\gamma,cx)\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\,\Big\{C_r^\mu\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+$$

$$+\ C_r^\mu\Big(y+x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{(-2)^n \Pi(n+\mu-1)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right) \Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} C_{r-n}^{\mu+n}(y)\, C_n^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right) \Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\, \Pi(\nu-1) \Pi(2\nu-1) \sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-1} \cos\frac{\varphi}{2}\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-1}\psi \left\{ C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i \sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi \sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + \right.$$

$$\left. + C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right) \Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1) \Pi(2\nu-1) \sqrt{\pi} \sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-1} \cos\frac{\varphi}{2}\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-1}\psi \left\{ C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + \right.\right.$$

$$\left.\left. + i \sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n \Pi(n+\mu-1)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right) \Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} C_{r-n}^{\mu+n}(y)\, C_n^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right) \Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\, \Pi(\nu-1) \Pi(2\nu-1) \cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_x^\pi (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-1} \sin\frac{\varphi}{2}\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-1}\psi \left\{ C_r^\mu\left(y + \cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + \right.$$

$$\left. + C_r^\mu\left(y + \cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right) \Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\, \Pi(\nu-1) \Pi(2\nu-1) \cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_x^\pi (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-1} \sin\frac{\varphi}{2}\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-1}\psi \left\{ C_r^\mu\left(y + \cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + \right.\right.$$

$$\left.\left. + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + C_r^\mu\left(y + \cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{(-2)^n \Pi(n+\mu-1)}{\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right) \Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} C_{r-n}^{\mu+n}(y)\, C_n^\nu(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right) \Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\, \Pi(\nu-2) \Pi(2\nu-2) \sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-2} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-3}\psi \left\{ \left(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\right) C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + \right.\right.$$

$$\left.\left. + i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + \left(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\right) C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right) \Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\, \Pi(\nu-2) \Pi(2\nu-2) \sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-2} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-3}\psi \left\{ \left(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi + i\cos\psi\right) \cdot \right.$$

$$\cdot C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + \left(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi - i\cos\psi\right) \cdot$$

$$\left. \cdot C_r^\mu\left(y + \sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n \Pi(n+\mu-1)}{\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)} C_{r-n}^{\mu+n}(y)\, C_n^{\nu}(\cos x) = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\Pi(2\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^x (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-2} \sin\varphi d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-3}\psi \left\{\left(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\right) C_r^{\mu}\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + \right.\right.$$

$$\left. + i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + \left(\cos\frac{\varphi}{2}\cos\psi - i\sin\psi\right) C_r^{\mu}\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)\Big\} d\psi$$

$$= \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\Pi(2\nu-2)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-2}\sin\varphi d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-3}\psi \left\{\left(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi + i\cos\psi\right) \cdot \right.$$

$$\cdot C_r^{\mu}\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) + \left(\cos\frac{\varphi}{2}\sin\psi - i\cos\psi\right) \cdot$$

$$\left. \cdot C_r^{\mu}\left(y+\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right)\right\} d\psi .$$

Aus diesen Gleichungen kann man unter Berücksichtigung der Formeln

$$\left[z^{-\rho} J_{\rho}(z)\right]_{z=0} = \frac{1}{2^{\rho}\,\Pi(\rho)}$$

$$C_{2m+1}^{\sigma}(0) = 0, \quad C_{2m}^{\sigma}(0) = (-1)^m \frac{\Pi(m+\sigma-1)}{\Pi(\sigma-1)\,\Pi(m)}$$

$$C_m^{\sigma}(+1) = \frac{\Pi(m+2\sigma-1)}{\Pi(2\sigma-1)\Pi(m)}$$

$$C_m^{\sigma}(-1) = (-1)^m \frac{\Pi(m+2\sigma-1)}{\Pi(2\sigma-1)\Pi(m)}$$

die folgenden Relationen ableiten:

$$\int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\, dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(x\cos^2\gamma + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J^{\mu}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right) + \right.$$

$$\left. + \left(x\cos^2\gamma - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{\mu}{2}} J^{\mu}\left(\sqrt{x\cos^2\gamma - \frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\} d\gamma = \frac{(-1)^n \sqrt{\pi}\,\Pi(n+2\nu-1)}{2^{\mu+\nu+1}\Pi(\mu+n)} \cdot$$

$$\cdot \frac{\Pi(\nu-1)}{\Pi(n)\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)(n+\nu)} \left[\frac{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2$$

$$\int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{2n}^{\nu}(x)\, dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{\left(x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\mu} J^{\mu}\left(x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right) + \left(x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\mu} \cdot\right.$$

$$\cdot J^{n}\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)d\varphi=\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C'_{2n+1}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right\}^{n}\cdot$$

$$\cdot J^{n}\left(x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\left(x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{n}J^{n}\left(x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)d\varphi=$$

$$=\frac{(-1)^n\Pi(2n+2\nu-1)\,\Pi(\nu-1)}{2^{4n+\nu-1}(2n+\nu)\Pi(2n)\,\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi(n+\nu)}\left[\frac{2^n\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2$$

$$\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C^{\nu}_{2n+1}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi)^{n}J^{n}\left(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+\right.$$

$$\left.+(x\cos\varphi-i\sin\varphi)^{n}J^{n}\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi=\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C'_{2n+1}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\cdot$$

$$\cdot\left\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)^{n}J^{n}\left(x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+(x\sin\varphi-i\cos\varphi)^{n}J^{n}\left(x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi=$$

$$=\frac{(-1)^n\Pi(\nu-1)\,\Pi(2n+2\nu)}{2^{4n+\nu-1}(2n+\nu+1)\Pi(2n+1)\,\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi(n+\nu)}\left[\frac{2^n\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2.$$

$$\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{(-1)^n\Pi(n+2\nu-1)\,z^n}{2^{3n}\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(n+\nu)}=\frac{2^{\nu+1}\nu}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\nu-\frac{1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\cdot$$

$$\cdot\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{2\nu-1}{2}}J^{n}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{2\nu-1}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot J^{n}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}dx\,d\varphi$$

und speciell

$$J^{\frac{2\nu-1}{2}}\left(\sqrt{\frac{z}{2}}\right)=\frac{\nu z^{\frac{2\nu-1}{4}}}{2^{\frac{3\nu-3}{4}}\sqrt{\pi}}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\nu-\frac{1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\cdot$$

$$\cdot\left\{x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right\}^{-\frac{2\nu-1}{2}}J^{2\nu-1}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{2\nu-1}{2}}\cdot$$

$$\cdot J^{2\nu-1}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}d\varphi$$

$$\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{\left(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{\frac{2\nu-1}{2}}J^{2\nu-1}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+\right.$$

$$\left.+\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{2\nu-1}{2}}J^{2\nu-1}\left(\sqrt{x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)\right\}d\varphi=\frac{\sqrt{\pi}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\nu\left[\Pi(2\nu-1)\right]^2}$$

$$\sqrt{\frac{\pi}{2}}\sin\sqrt{\frac{z}{2}}=\int_{-1}^{+1}\frac{\sqrt{1-x^2}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\frac{1}{2}}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos\varphi\left(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{1}{2}}J^1\left(\sqrt{x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)+$$

$$+\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)^{-\frac{1}{2}}J^1\left(\sqrt{x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}}\right)d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\left[\frac{r}{2}\right]}(-1)^n\frac{\Pi(\mu+r-2n-1)\,\Pi(\mu+r-n-1)}{\Pi\left(r-2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(\mu+r-2n-1)\,\Pi(n)}\,C_{r-2n}^{\nu}(x)=$$

$$=\frac{\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{C_r^{\nu}\left(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+C_r^{\nu}\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi$$

$$=\frac{\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{C_r^{\nu}\left(x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+C_r^{\nu}\left(x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi$$

$$\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_{r-2n}^{\nu+n}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{C_r^{\nu}\left(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+C_r^{\nu}\left(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}d\varphi=$$

$$=\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_{r-2n}^{\nu+n}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\left\{C_r^{\nu}\left(x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)+C_r^{\nu}\left(x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\}\sin^{2\nu-1}\varphi\,d\varphi=$$

$$=(-1)^n\frac{2\Pi(\mu+r-n-1)\,\Pi(\mu-2n-1+r)\,\Pi(2\nu-2n+1+r)\,\Pi(\nu-1)\sqrt{\pi}}{\Pi(\mu+r-2n-1)\,\Pi(\mu-1)\,\Pi(\nu-2n-\frac{1}{2}+r)\,\Pi(\nu-2n+r)}\left[\frac{2^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2.$$

$$\sum_{n=0}^{n=\left[\frac{r}{2}\right]}\frac{(-1)^n\,\Pi(\mu+r-n-1)}{2^{2n}\,\Pi\left(2r-4n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(r-2n-\frac{1}{2}\right)}\,C_{2r-4n}^{\nu}(x)=\frac{\Pi(\mu-1)}{2^r\,\Pi(\nu-1)}\cdot$$

$$\cdot\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{C_r^{\nu}\left(x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+C_r^{\nu}\left(x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$=\frac{\Pi(\mu-1)}{2^r\,\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\left\{C_r^{\nu}\left(x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+\right.$$

$$\left.+C_r^{\nu}\left(x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\left[\frac{r}{2}\right]}\frac{(-1)^n\,\Pi(\mu+r-n-1)\,C_{2r-4n+1}^{\nu}(x)}{2^{2n}\,\Pi\left(2r-4n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(r-2n+\frac{1}{2}\right)}=\frac{\Pi(\mu-1)}{2^r\,\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\left\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi)\right.\cdot$$

$$\left.\cdot\,C_r^{\mu}\left(x^2\cos^4\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)+(x\cos\varphi-i\sin\varphi)\,C_r^{\mu}\left(x^2\cos^4\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\}d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{2^{\nu}\Pi(\nu-1)}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \Big\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)\, C_r^{\nu}\Big(x^2\sin^2\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)+$$

$$+(x\sin\varphi-i\cos\varphi)\, C_r^{\nu}\Big(x^2\sin^2\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)\Big\}\, d\varphi$$

$$\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, C_{2r-4n}^{\nu}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\Big\{C_r^{\nu}\Big(x^2\cos^2\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)+$$

$$+C_r^{\nu}\Big(x^2\cos^2\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi=\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, C_{2r-4n}^{\nu}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\cdot$$

$$\Big\{C_r^{\nu}\Big(x^2\sin^2\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)+C_r^{\nu}\Big(x^2\sin^2\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi=$$

$$=\frac{(-1)^n\Pi(\mu+r-n-1)\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2r-4n+2\nu-1)}{2^{r-2n-1}\,\Pi(\mu-1)\,(2r-4n+\nu)\,\Pi(2r-4n)\,\Pi\left(2r-4n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(r-2n-\frac{1}{2}\right)}\left[\frac{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2$$

$$\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, C_{2r-4n+1}^{\nu}(x)\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\Big\{(x\cos\varphi+i\sin\varphi)\, C_r^{\nu}\Big(x^2\cos^2\varphi+xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)+$$

$$+(x\cos\varphi-i\sin\varphi)\, C_r^{\nu}\Big(x^2\cos^2\varphi-xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi\,d\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)\Big\}\,d\varphi=\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, C_{2r-4n+1}^{\nu}(x)\,\cdot$$

$$\cdot\sin^{2\nu-1}\varphi\Big\{(x\sin\varphi+i\cos\varphi)\, C_r^{\nu}\Big(x^2\sin^4\varphi+xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)+$$

$$+(x\sin\varphi-i\cos\varphi)\, C_r^{\nu}\Big(x^2\sin^4\varphi-xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi-\frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big)\Big\}\,dx\,d\varphi=$$

$$=\frac{(-1)^n\Pi(\mu+r-n-1)\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2r-4n-2\nu)}{2^{r-2n}\Pi(\mu-1)\,(2r-4n+\nu+1)\,\Pi(2r-4n+1)\,\Pi\left(2r-4n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(r-2n+\frac{1}{2}\right)}\left[\frac{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2.$$

$$\sum_{n=0}^{n=\left[\frac{r}{2}\right]}(-1)^n\frac{\Pi(\mu+r-n-1)\,\Pi(r-2n+2\nu-1)\,z^{r-2n}}{\Pi(r-2n)\,\Pi\left(r-2n+\nu-\frac{1}{2}\right)(r-2n+\nu)}=\frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\cdot$$

$$\cdot\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\varphi\Big\{C_r^{\nu}\Big(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+C_r^{\nu}\Big(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$=\frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\varphi\Big\{C_r^{\nu}\Big(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)+$$

$$+C_r^{\nu}\Big(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\left[\frac{r}{2}\right]} (-1)^n \frac{\Pi(\mu+r-n-1)\,\Pi(r-2n+2\nu-1)\,x^{r-2n}}{\Pi(r-2n)\,\Pi\left(r-2n+\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{2\nu\,\Pi(\mu-1)(1-x^2)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \cdot$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2xz+z^2)^{\nu+1}}\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^\mu\left(x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right) + C_r^\mu\left(x\cos^2\varphi - \frac{i\sin^2\varphi}{2}\right)\right\} d\varphi$$

$$= \frac{2\nu\,\Pi(\mu-1)(1-z^2)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^\nu\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2xz+z^2)^{\nu+1}}\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^\mu\left(x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right) + \right.$$

$$\left. + C_r^\mu\left(x\sin^2\varphi - \frac{i\sin^2\varphi}{2}\right)\right\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=\left[\frac{r}{2}\right]} (-1)^n \frac{\Pi(\mu+r-n-1)\,C_{r-2n}^\nu(\cos x)}{2^{2n}\,\Pi\left(r-2n-\frac{1}{2}\right)\,\Pi\left(2r-4n+2\nu-\frac{1}{2}\right)} = \frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{2^r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^x (\cos\psi - \cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\psi}{2}\,d\psi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-1}\varphi \left\{ C_r^\mu\left(\sin^2\frac{\psi}{2}\cos^4\varphi + i\sin\frac{\psi}{2}\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + \right.$$

$$\left. + C_r^\mu\left(\sin^2\frac{\psi}{2}\cos^4\varphi - i\sin\frac{\psi}{2}\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\psi$$

$$= \frac{(-1)^r\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{2^r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \int_0^x (\cos\psi - \cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\psi}{2}\,d\psi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-1}\varphi \cdot$$

$$\cdot \left\{ C_r^\mu\left(\sin^2\frac{\psi}{2}\sin^4\varphi + i\sin\frac{\psi}{2}\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + C_r^\mu\left(\sin^2\frac{\psi}{2}\sin^4\varphi - i\sin\frac{\psi}{2}\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(r+n+2\mu-1)}{\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(2\mu+2n-1)\,\Pi(r-n)}\,C_n^\nu(x) = \frac{\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \cdot$$

$$\cdot \left\{ C_r^\mu\left(1+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right) + C_r^\mu\left(1+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\} d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \left\{ C_r^\mu\left(1+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right) + C_r^\mu\left(1+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\right)\right\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(r+n+2\mu-1)}{\Pi\left(2n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)}\,C_{2n}^\nu(x) = \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \cdot$$

$$\cdot \left\{ C_r^\mu\left(1+x^2\cos^4\varphi + xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right) + C_r^\mu\left(1+x^2\cos^4\varphi - xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\right)\right\} d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \Big\{ C^{\mu}\Big(1+x^2\sin^4\varphi + xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big) + \\ + C^{\mu}\Big(1+x^2\sin^4\varphi - xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n \Pi(n+\mu-1)\Pi(r+n+2\mu-1)}{\Pi(n)\Pi\left(2n+\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2n+1}{2}-\mu\right)\Pi(r-n)\Pi(2\mu+2n-1)} C_{2n+1}^{\mu}(x) = \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \Big\{ (x\cos\varphi + i\sin\varphi)\cdot$$

$$\cdot C^{\mu}\Big(1+x^2\cos^4\varphi + xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big) + (x\cos\varphi - i\sin\varphi)\, C^{\mu}\Big(1+x^2\cos^4\varphi - xi\cos^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$= \frac{\Pi(\mu-1)}{\Pi(\nu-1)} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \Big\{ (x\sin\varphi + i\cos\varphi)\, C^{\mu}\Big(1+x^2\sin^4\varphi + xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big) + \\ + (x\sin\varphi - i\cos\varphi)\, C^{\mu}\Big(1+x^2\sin^4\varphi - xi\sin^2\varphi\sin 2\varphi - \frac{\sin^2 2\varphi}{4}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{\Pi(\mu+n-1)\Pi(r+n+2\mu-1)\Pi(n+2\nu-1)\,z^n}{\Pi(n)\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\Pi(2\mu+2n-1)\Pi(n+\nu)} = \frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \cdot$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\nu-\frac{1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \Big\{ C^{\mu}\Big(1+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) + C^{\mu}\Big(1+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$= \frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\nu-\frac{1}{2}}\,dx}{(1-2zx+z^2)^{\nu}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \Big\{ C^{\mu}\Big(1+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) + \\ + C^{\mu}\Big(1+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{\Pi(\mu+n-1)\Pi(n+r+2\mu-1)\Pi(n+2\nu-1)\,z^n}{\Pi(n)\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\Pi(2\mu+2n-1)} = \frac{2\nu\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 (1-z^2)^{-\nu} \cdot$$

$$\cdot \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\nu-\frac{1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2\nu-1}\varphi \Big\{ C^{\mu}\Big(1+x\cos^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) + C^{\mu}\Big(1+x\cos^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$= \frac{2\nu\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)} \left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2 (1-z^2)^{-\nu} \int_{-1}^{+1} \frac{(1-x^2)^{\nu-\frac{1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\,dx \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2\nu-1}\varphi \Big\{ C^{\mu}\Big(1+x\sin^2\varphi + \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) + \\ + C^{\mu}\Big(1+x\sin^2\varphi - \frac{i\sin 2\varphi}{2}\Big) \Big\} d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{(-2)^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+r+2\mu-1)\,C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)}=\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot$$

$$\cdot\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{4\nu-1}\psi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(1+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\,C_r^{\mu}\Big(1+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{2^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+r+2\mu-1)\,C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)}=\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot$$

$$\cdot\int_x^{\pi}(\cos x-\cos\varphi)^{\nu-1}\sin\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{4\nu-1}\psi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(1+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)+$$

$$+\,C_r^{\mu}\Big(1+\cos^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\cos\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}\Big)\Big\}\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{(-1)^n\,\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(r+n+2\mu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\,z^n}{\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)\,(n+\nu)}=(-1)^r\frac{2\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2\cdot$$

$$\cdot\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu}}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{2\nu-1}\psi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(x\cos^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}-1\Big)+C_r^{\mu}\Big(x\cos^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}-1\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{(-1)^n\,\Pi(\mu+n-1)\,\Pi(r+n+2\mu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\,z^n}{\Pi(n)\,\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)}=(-1)^r\frac{2\nu\,\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1}\left[\frac{\Pi(2\nu-1)}{2^{\nu}\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}\right]^2(1-z^2)\cdot$$

$$\cdot\int_{-1}^{+1}\frac{(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(1-2zx+z^2)^{\nu+1}}\,dx\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sin^{2\nu-1}\psi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(x\sin^2\varphi+\frac{i\sin 2\varphi}{2}-1\Big)+C_r^{\mu}\Big(x\sin^2\varphi-\frac{i\sin 2\varphi}{2}-1\Big)\Big\}\,d\varphi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r}\frac{2^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+r+2\mu-1)\,C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)}=(-1)^r\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}}\cdot$$

$$\cdot\int_0^x(\cos\varphi-\cos x)^{\nu-1}\cos\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos^{4\nu-1}\psi\,\Big\{C_r^{\mu}\Big(\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi+i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}-1\Big)+$$

$$+\,C_r^{\mu}\Big(\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi-i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi-\frac{\sin^2 2\psi}{4}-1\Big)\Big\}\,d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{(-2)^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+r+2\mu-1)\,C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n-1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu-\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)} = (-1)^r \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,\Pi(2\nu-1)\cos^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_x^{\pi} (\cos x - \cos\varphi)^{\nu-1} \sin\frac{\varphi}{2}\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-1}\psi \left\{ C_r^{\nu}\left(\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4} - 1\right) + \right.$$

$$\left. + C_r^{\nu}\left(\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\cos\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4} - 1\right) \right\} d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{(-2)^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+r+2\mu-1)\,C_n^{\nu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)} = \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^{x} (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-2} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{4\nu-3}\psi \left\{ \left(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi + i\sin\psi\right) \cdot \right.$$

$$\cdot C_r^{\nu}\left(1+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) +$$

$$\left. + \left(\sin\frac{\varphi}{2}\cos\psi - i\sin\psi\right) C_{r-1}^{\nu}\left(1+\sin^2\frac{\varphi}{2}\cos^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\cos^2\psi\sin 2\psi - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi$$

$$\sum_{n=0}^{n=r} \frac{2^n\,\Pi(n+\mu-1)\,\Pi(n+2\mu+r-1)\,C_n^{\mu}(\cos x)}{\Pi\left(\frac{2n+1}{2}\right)\Pi\left(2n+2\nu+\frac{1}{2}\right)\Pi(r-n)\,\Pi(2\mu+2n-1)} = (-1)^r \frac{\Pi\left(\frac{2\nu-3}{2}\right)\Pi(\mu-1)}{\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-2)\,\Pi(2\nu-2)\sin^{2\nu-1}\frac{x}{2}} \cdot$$

$$\cdot \int_0^{x} (\cos\varphi - \cos x)^{\nu-2} \sin\varphi\, d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{4\nu-3}\psi \left\{ \left(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi + i\cos\psi\right) \cdot \right.$$

$$\cdot C_r^{\nu}\left(\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi + i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - 1 - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) +$$

$$\left. + \left(\sin\frac{\varphi}{2}\sin\psi - i\cos\psi\right) C_{r-1}^{\nu}\left(\sin^2\frac{\varphi}{2}\sin^4\psi - i\sin\frac{\varphi}{2}\sin^2\psi\sin 2\psi - 1 - \frac{\sin^2 2\psi}{4}\right) \right\} d\psi.$$

3. Aus der Verbindung der bekannten Relationen

$$(1-x^2)\left[(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\right]' = -\frac{(n+1)(n+2\mu-1)}{2(\mu-1)}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_{n+1}^{\nu}(x)$$

16a) $$C_{n+1}^{\nu-1}(x) = \frac{2(\mu-1)}{n+1}\left\{x\,C_n^{\nu}(x) - C_{n-1}^{\nu}(x)\right\}$$

folgt die Gleichung

17) $$(1-x^2)\left[(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} C_n^{\nu}(x)\right]' = (n+2\mu-1)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\left\{C_{n-1}^{\nu}(x) - x\,C_n^{\nu}(x)\right\}$$

während die Vereinigung der Formel 9) mit

$$(1-x^2)\left[C_{n-1}^{\nu}(x)\right]' = (n+2\mu-2)\,C_n^{\nu-1}(x) - (n-1)\,x\,C_{n-1}^{\nu}(x)$$

die Beziehung

18) $$(1-x^2)\left[C_{n-1}^{\nu}(x)\right]' = (n+2\mu-1)\,x\,C_{n-1}^{\nu}(x) - n\,C_n^{\nu}(x)$$

liefert. Aus den Gleichungen 17) und 18) ergibt sich sofort die Relation

19) $$(1-x^2)\left[(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\left(C_n^{\nu}(x)C_{n-1}(x)\right)'\right]' = (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\left\{(n+2\nu-1)(C_{n-1}^{\nu}(x))^2 - n(C_n^{\nu}(x))^2\right\}$$

durch deren Integration zwischen den Grenzen 0 und x die Formel

20) $$\int_0^x \left\{(n+2\nu-1)(C_{n-1}^{\nu}(x))^2 - n(C_n^{\nu}(x))^2\right\}(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}dx = (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_n^{\nu}(x)C_{n-1}^{\nu}(x)$$

entsteht. Aus dieser Gleichung leitet man leicht folgende bemerkenswerte Relationen ab:

$$(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}\frac{C_\lambda^{\nu}(x)C_{\lambda-1}^{\nu}(x)}{\lambda} = 2\nu-1\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}(C_{\lambda-1}^{\nu}(x))^2dx + \int_0^x\left\{1-(C_n^{\nu}(x))^2\right\}(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}dx$$

$$(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}\frac{C_\lambda^{\nu}(x)C_{\lambda-1}^{\nu}(x)}{\lambda+2\nu-1} = 2\nu-1\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}\frac{(C_{\lambda-1}^{\nu}(x))^2}{\lambda+2\nu-1}dx + \int_0^x\left\{1-(C_n^{\nu}(x))^2\right\}(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}dx$$

$$(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}\frac{C_\lambda^{\nu}(x)C_{\lambda-1}^{\nu}(x)}{\lambda(\lambda+2\nu-1)} = 2\nu-2\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}\left\{1+\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n-1}\frac{(C_\lambda^{\nu}(x))^2}{(\lambda+2\nu-1)(\lambda+1)} - \frac{(C_n^{\nu}(x))^2}{n+2\nu-1}\right\}dx \quad \left(\nu \leqslant \frac{1}{2}\right)$$

$$(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}C_\lambda^{\nu}(x)C_{\lambda-1}^{\nu}(x) = 2\nu\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}(C_{\lambda-1}^{\nu}(x))^2dx - n\int_0^x(C_n^{\nu}(x))^2(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}dx$$

$$(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}(-1)^{\lambda-1}\frac{C_\lambda^{\nu}(x)C_{\lambda-1}^{\nu}(x)}{\lambda} = (2\nu-1)\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n}(-1)^{\lambda-1}\frac{(C_{\lambda-1}^{\nu}(x))^2}{\lambda} +$$

$$\int_0^x\left\{1+2\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n-1}(-1)^{\lambda}(C_\lambda^{\nu}(x))^2+(-1)^n(C_n^{\nu}(x))^2\right\}(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}dx.$$

Verbindet man die Gleichung 8) mit 16a), so erhält man die Formeln:

$$2\nu(1-x)\left\{C_{n-1}^{\nu+1}(x)+C_{n-2}^{\nu+1}(x)\right\} = (n+2\nu-1)C_{n-1}^{\nu}(x) - nC_n^{\nu}(x)$$

$$2\nu(1+x)\left\{C_{n-1}^{\nu+1}(x) - C_{n-2}^{\nu+1}(x)\right\} = (n+2\nu-1)C_{n-1}^{\nu}(x) + nC_n^{\nu}(x)$$

welche die Relationen

21) $$4\nu^2(1-x^2)\left\{C_{n-1}^{\nu+1}(x)\right\}^2 - \left\{C_{n-2}^{\nu+1}(x)\right\}^2 = (n+2\nu-1)^2(C_{n-1}^{\nu}(x))^2 - n^2(C_n^{\nu}(x))^2$$

22) $$\frac{d\left\{(C_n^{\nu}(x))^2+(C_{n-1}^{\nu}(x))^2\right\}}{dx} = 2\nu\frac{d\left\{C_n^{\nu}(x)C_{n-1}^{\nu}(x)\right\}}{dx} + (2\nu-1)C_n^{\nu}(x)C_{n-1}^{\nu}(x)$$

liefern.

Aus diesen Gleichungen ergeben sich die folgenden Beziehungen:

$$n(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}C_{n-1}^{\nu}(x)C_n^{\nu}(x) =$$

$$= 4\nu^2\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\left\{(C_{n-1}^{\nu+1}(x))^2-(C_{n-2}^{\nu+1}(x))^2\right\}dx + (2\nu-1)(n+2\nu-1)\int_0^x(1-x^2)^{\frac{2\nu-3}{2}}(C_{n-1}^{\nu}(x))^2dx$$

$$(n+2\mu-1)(1-x^2)^{\frac{2\mu-1}{2}} C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu}(x) =$$

$$= 4\mu^2 \int_0^x (1-x^2)^{\frac{2\mu-1}{2}} \{(C_{n-1}^{\mu+1}(x))^2 - C_{n-2}^{\mu+1}(x)\, C_n^{\mu+1}(x)\}\, dx + (2\mu-1)\, n \int_0^x (1-x^2)^{\frac{2\mu-3}{2}} (C_n^{\mu}(x))^2 dx$$

$$2(1-\mu) \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n-1} (C_\lambda^{\mu}(x))^2 - n\,(C_n^{\mu}(x))^2 =$$

$$= 4\mu^2 (1-x^2) \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n-2} \frac{(C_{n-\lambda-2}^{\mu+1}(x))^2}{(n-\lambda)(n-\lambda-1)} + \frac{4\mu^2 (1-x^2)(C_{n-1}^{\mu+1}(x))^2}{n} + (2\mu-1) \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n-1} \frac{2\mu-1}{(n-\lambda)} (C_{n-\lambda-1}^{\mu}(x))^2$$

$$\int_{-1}^{+1} (1-x^2)^{\mu-\frac{1}{2}} C_n^{\mu+\nu}(x)\, C_n^{\mu}(x)\, dx = 0 \quad \left(\mu \geqq \frac{3}{2}\right)$$

$$\int_0^x x^{\frac{2\mu-3}{2}} \{C_{n-1}^{\mu+1}(x)\, C_n^{\mu}(x) + C_{n-2}^{\mu+1}(x)\, C_{n-1}^{\mu}(x)\}\, dx = \frac{x^{\frac{2\mu-1}{2}}}{2\mu}\, C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu}(x) \quad \left(\mu \geqq \frac{1}{2}\right)$$

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n} (-1)^{\lambda-1} C_\lambda^{\mu}(x)\, C_{\lambda-1}^{\mu}(x) = (-1)^{n-1} \frac{2\mu}{x^{\frac{2\mu-1}{2}}} \int_0^x x^{\frac{2\mu-3}{2}} C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu+1}(x)\, dx$$

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=n} (-1)^{\lambda-1} \frac{\Pi(\lambda+2\mu-1)\,\Pi(\lambda+2\mu-2)}{\Pi(\lambda)\,\Pi(\lambda-1)\,[\Pi(2\mu-1)]^2} = (-1)^{n-1} 2\mu \int_0^1 x^{\frac{2\mu-3}{2}} C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu+1}(x)\, dx$$

und speciell

$$\int_0^1 \frac{P_n(x)\, dP_n(x)}{x} = 0 \quad (n \text{ ungerade})$$

$$\int_0^1 \frac{P_n(x)\, dP_n(x)}{x} = 1 \quad (n \text{ gerade})$$

$$(C_n^{\mu}(x))^2 + (C_{n-1}^{\mu}(x))^2 - 2x\, C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu}(x) = (2\mu-3) \int_0^x C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu}(x)\, dx + \left[\frac{\Pi\left(\frac{n}{2}\right)+\mu-1}{\Pi(\mu-1)\,\Pi\left(\frac{n}{2}\right)}\right]^2$$

$$= (2\mu-3) \int_{-1}^x C_n^{\mu}(x)\, C_{n-1}^{\mu}(x)\, dx + \left[\frac{\Pi(n+2\mu-2)}{\Pi(n)\,\Pi(2\mu-2)}\right]^2.$$

Setzt man in dieser Formel $x = \cos\varphi$ und beachtet, dass alsdann die linke Seite derselben das Quadrat der dritten Seite eines veränderlichen Dreieckes ist, dessen zwei andere Seiten die Längen $C_n^{\mu}(\cos\varphi)$ und $C_{n-1}^{\mu}(\cos\varphi)$ besitzen und den Winkel φ einschliessen, während der auf der rechten Seite unter dem Integralzeichen stehende Ausdruck die doppelte Fläche dieses Dreieckes vorstellt, so erhält man einen interessanten geometrischen Lehrsatz.

Multiplicirt man die von mir in diesen Denkschriften abgeleitete Gleichung

$$C_{n-\lambda}^{\nu}(x) = \frac{\Pi(n+2\nu-\lambda-1)\, x^{n-\lambda-1}}{2^{\lambda-2}\,\Pi(n-\lambda)\,[\Pi(\nu-1)]^2\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}} \int_0^{\arccos x} \frac{(\cos^2\psi - x^2)^{\nu-1} \cos(n-\lambda)\psi\, d\psi}{\cos^{n-\nu+2}\psi}$$

mit $\frac{(-x)^\lambda}{\Pi(\lambda)\,\Pi(n+2\nu-\lambda-1)}$ und summirt bezüglich λ von 0 bis n, so erhält man

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=n}(-1)^\lambda\frac{x^\lambda\,C_{n-\lambda}^{\nu}(x)}{\Pi(\lambda)\,\Pi(n+2\nu-\lambda-1)}=\frac{x^{n+1}}{2^{2\nu-2}\,[\Pi(\nu-1)]^2\,\Pi(n)\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}\int_0^{\arccos x}\frac{(\cos^2\psi-x^2)^{\nu-1}}{\cos^{n+2\nu}\psi}\,d\psi\,.$$

$$\cdot\sum_{\lambda=0}^{\lambda=n}(-1)^\lambda\binom{n}{\lambda}\cos^\lambda\psi\cos(n-\lambda)\psi$$

oder weil

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=n}(-1)^\lambda\binom{n}{\lambda}\cos^\lambda\psi\cos(n-\lambda)\psi$$

der reelle Bestandtheil von $(e^{\psi i}-\cos\psi)^n=(i\sin\psi)^n$ ist,

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2r+1}(-1)^\lambda\frac{x^\lambda\,C_{2r-\lambda+1}^{\nu}(x)}{\Pi(\lambda)\,\Pi(2r+2\nu-\lambda)}=0$$

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2r}(-1)^\lambda\frac{x^\lambda\,C_{2r-\lambda}^{\nu}(x)}{\Pi(\lambda)\,\Pi(2r+2\nu-\lambda-1)}=\frac{(-1)^r\,x^{2r+1}}{2^{2\nu-2}\,[\Pi(\nu-1)]^2\,\Pi(2r)\,(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}\int_0^{\arccos x}\frac{(\cos^2\psi-x^2)^{\nu-1}\sin^{2r}\psi\,d\psi}{\cos^{2r+2\nu}\psi}\,.$$

Transformirt man das auf der rechten Seite dieser Gleichung stehende Integral durch die Substitution

$$\sin\psi=z\sqrt{1-x^2}$$

so verwandelt sich dasselbe in

$$(1-x^2)^{r+\nu-\frac{1}{2}}\int_0^1(1-z^2)^{\nu-1}z^{2r}\,(1-(1-x^2)z^2)^{-\left(r+\nu+\frac{1}{2}\right)}\,dz=\frac{\Pi\left(r-\frac{1}{2}\right)\Pi(\nu-1)}{2\Pi\left(r+\nu-\frac{1}{2}\right)x^{2r+1}}(1-x^2)^{r+\nu-\frac{1}{2}}$$

und demnach geht die letzte Gleichung in die folgende über

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2r}(-1)^\lambda\frac{x^\lambda\,C_{2r-\lambda}^{\nu}(x)}{\Pi(\lambda)\,\Pi(2r+2\nu-\lambda-1)}=\frac{(-1)^r\sqrt{\pi}\,\Pi(\nu-1)\,(1-x^2)^r}{2^{2r+2\nu-2}\,\Pi(r)\,\Pi\left(r+\nu-\frac{1}{2}\right)[\Pi(\nu-1)]^2}\,.$$

Multiplicirt man die aus 8) und 16a) folgende Relation

$$2\nu\,C_n^{\nu}(x)=\frac{d\,C_{n-1}^{\nu}(x)}{dx}-2x\frac{d\,C_n^{\nu}(x)}{dx}+\frac{d\,C_{n+1}^{\nu}(x)}{dx}$$

mit $(1-x)^{\nu-1}$ so verwandelt sich dieselbe in die Formel

$$\frac{d\left\{(1-x)^\nu\,C_n^{\nu}(x)\right\}}{dx}=-\frac{(1-x)^{\nu-1}}{2}\left\{\frac{d\,C_{n-1}^{\nu}(x)}{dx}-2\frac{d\,C_n^{\nu}(x)}{dx}+\frac{d\,C_{n+1}^{\nu}(x)}{dx}\right\}$$

durch deren Integration die Relation

$$\int_1^x(1-x)^{\nu-1}\left\{\frac{d\,C_{n-1}^{\nu}(x)}{dx}-2\frac{d\,C_n^{\nu}(x)}{dx}+\frac{d\,C_{n+1}^{\nu}(x)}{dx}\right\}dx=-2\,(1-x)^\nu\,C_n^{\nu}(x)\,(\nu>0)$$

oder auch

$$\nu \int_1^x (1-x)^{\nu-1} \{C_{n-2}^{\nu+1}(x) - 2C_{n-1}^{\nu+1}(x) + C_n^{\nu+1}(x)\} dx = -(1-x)^\nu C_n^\nu(x)$$

entsteht. Schreibt man in derselben für n der Reihe nach n, $n-1$, $n-2, \ldots, 2, 1$ und addirt die dadurch entstehenden Gleichungen, so erhält man die bemerkenswerthe Formel

$$\int_1^x (1-x)^\nu \left\{\frac{d C_n^\nu(x)}{dx} - \frac{d C_{n+1}^\nu(x)}{dx}\right\} dx = 2\nu \int_1^x (1-x)^{\nu-1} \{C_{n-1}^{\nu+1}(x) - C_n^{\nu+1}(x)\} dx = 2(1-x)^\nu \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} C_\lambda^\nu(x).$$

Aus der Gleichung 3*a*) leitet man leicht die folgende Formel her

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\Pi(n)}{\Pi(n+2\nu)} \{(n+2\nu)x\, C_n^\nu(x) - (n+1)\, C_{n+1}^\nu(x)\} = \frac{i\sqrt{1+x}}{2^{2\nu-1}[\Pi(\nu-1)]^2} \int_0^\pi \frac{\sin^{2\nu-1}\varphi \cos\varphi\, d\varphi}{\sqrt{1-x} + i\sqrt{1+x}\cos\varphi}$$

welche sich mit Hilfe von 1*a*) sofort in

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\Pi(n)}{\Pi(n+2\nu)} \{(n+2\nu)x\, C_n^\nu(x) - (n+1)\, C_{n+1}^\nu(x)\} = \frac{1+x}{\Pi(2\nu)(\nu+1)(1-x)} \left[\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)}\right]^2 F\left(1, \frac{3}{2}, \nu+2, -\frac{1+x}{1-x}\right)$$

überführen lässt.

Aus derselben Gleichung folgt auch die Relation

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{C_n^\nu(x)}{\Pi(n+2\nu-1)} = \frac{\sqrt{\pi}\, e^x J^{\frac{2\nu-1}{2}}(\sqrt{1-x^2})}{2^{\nu-\frac{1}{2}} \Pi(\nu-1)(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{4}}}.$$

Aus den von mir in diesen Denkschriften früher aufgestellten Gleichungen

$$C_n^{\nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r}(x) = \sum_{n_1, n_2, \ldots, n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(x)\, C_{n_2}^{\nu_2}(x) \ldots C_{n_r}^{\nu_r}(x) \qquad (n_1+n_2+\ldots+n_r = n)$$

$$\frac{1-xz}{(1-2xz+z^2)^\nu} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{n+2\nu-2}{2\nu-2} C_n^{\nu-1}(x)\, z^n$$

folgt die Beziehung

23) $$\frac{n+2\nu-2}{2\nu-2} C_n^{\nu-1}(x) = \sum_{n_1, n_2, \ldots, n_r} C_{n_1}^{\nu_1}(x)\, C_{n_2}^{\nu_2}(x) \ldots C_{n_r}^{\nu_r}(x) - x \sum_{m_1, m_2, \ldots, m_s} C_{m_1}^{\mu_1}(x)\, C_{m_2}^{\mu_2}(x) \ldots C_{m_s}^{\mu_s}(x)$$

$$(n_1+n_2+\ldots+n_r = m_1+m_2+\ldots+m_s+1 = n;\ \nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r = \mu_1+\mu_2+\ldots+\mu_s = \nu,$$
$$0 \leqq n_k \leqq n, 0 < m_k+1 \leqq n)$$

aus welcher sich mit Hilfe der Formel 18) die Relation

24) $$\frac{n+2\nu-2}{2\nu-2} C_n^{\nu-1}(x) =$$

$$= (x^2-1)^{\frac{3-2\nu_1}{2}} \sum_{n_2, n_3, \ldots, n_r = 0}^{n_2+n_3+\ldots+n_r = n-1} \frac{C_{n_2}^{\nu_2}(x)\, C_{n_3}^{\nu_3}(x) \ldots C_{n_r}^{\nu_r}(x) \left[(x^2-1)^{\frac{2\nu_1-1}{2}} C_{n-n_2-n_3-\ldots-n_r-1}^{\nu_1}\right]'}{n-n_2-n_3-\ldots-n_r} + \sum_{\lambda=2}^{\lambda=r} C_n^\lambda(x)$$

$$= \frac{1}{2\nu_1-2} \sum_{n_2, n_3, \ldots, n_r}^{n_2, n_3, \ldots, n_r = n} (n-n_2-n_3-\ldots-n_r+2\nu_1-2)\, C^{\nu_1}_{n-n_2-n_3-\ldots-n_r}(x)\, C^{\nu_2}_{n_2}(x)\, C^{\nu_3}_{n_3}(x) \ldots C^{\nu_r}_{n_r}(x)$$

$$(\nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r = \nu,\ n-n_2-\ldots-n_r \geqq 1 \text{ bez. } 0)$$

ergibt, aus der sich für $r=2$ die specielle Beziehung

$$\frac{n+2\nu-2}{2\nu-2} C^{\nu-1}_n(x) = \frac{1}{2\nu-2\nu_1-2} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n-1} (n-\lambda+2\nu-2\nu_1-2)\, C^{\nu_1}_\lambda(x)\, C^{\nu-\nu_1-1}_{n-\lambda}(x)$$

ergibt, welche ich schon früher mitgetheilt habe.

Ist in der Gleichung 23) $r=s$, $\nu_k=\mu_k$ und wird sodann für n der Reihe nach $n, n-1, n-2, \ldots, 3, 2, 1$ geschrieben, die λ^{te} von den so entstehenden Gleichungen mit x^λ multiplicirt und die Summe derselben gebildet, so entsteht die Relation

24)
$$\sum_{n_1, n_2, \ldots, n_r} C^{\nu_1}_{n_1}(x)\, C^{\nu_2}_{n_2}(x) \ldots C^{\nu_r}_{n_r}(x) = \frac{1}{2\nu-2} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} (n-\lambda+2\nu-2)\, x^\lambda\, C^{\nu-1}_{n-\lambda}(x)$$

$$(n_1+n_2+\ldots+n_r = n;\ \nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r = \nu).$$

Setzt man nun in dieser Gleichung speciell

$$r=2,\ \nu_1=\nu_2$$

multiplicirt mit $(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx$, integrirt von $x=-1$ bis $x=+1$ und beachtet, dass für ein ungerades n sämmtliche auf der linken Seite der so entstehenden Gleichung befindlichen Integrale gleich 0 sind, während für ein gerades n nur das mittlere einen von 0 verschiedenen Werth besitzt, so erhält man die Relationen

25)
$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2n} (2n-\lambda+4\nu-2) \int_{-1}^{+1} x^\lambda (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, C^{2\nu-1}_{2n-\lambda}(x)\,dx = \frac{2^{2\nu}(2\nu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)}{(n+\nu)\,\Pi(n)} \left[\frac{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{\Pi(2\nu-1)}\right]^2$$

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2n+1} (2n-\lambda+4\nu-1) \int_{-1}^{+1} x^\lambda (1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, C^{2\nu-1}_{2n-\lambda+1}(x)\,dx = 0$$

durch deren Vereinigung mit 24) die bemerkenswerthen Formeln

$$\sum_{n_1, n_2, \ldots, n_r} \int_{-1}^{+1} C^{\nu_1}_{n_1}(x)\, C^{\nu_2}_{n_2}(x) \ldots C^{\nu_r}_{n_r}(x)\, (1-x^2)^{\frac{\nu-1}{2}}\,dx = 0 \quad (n_1+n_2+\ldots+n_r = 2n+1;\ \nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r = \nu)$$

$$\sum_{n_1, n_2, \ldots, n_r} \int_{-1}^{+1} C^{\nu_1}_{n_1}(x)\, C^{\nu_2}_{n_2}(x) \ldots C^{\nu_r}_{n_r}(x)\, (1-x^2)^{\frac{\nu-1}{2}}\,dx = \frac{2^{\nu+1}(\nu-1)\,\Pi(n+\nu-1)}{(2n+\nu)\,\Pi(n)} \left[\frac{\Pi\left(\frac{\nu-1}{2}\right)}{\Pi(\nu-1)}\right]^2$$

$$(n_1+n_2+\ldots+n_r = 2n;\ \nu_1+\nu_2+\ldots+\nu_r = \nu)$$

entstehen.

Aus der ersten von den Gleichungen 25) ergibt sich für die Coëfficienten $A^{(n)}_{\nu,\mu}$ der Functionen

$$C^\nu_n(x) = \sum_{\mu=0}^{\mu=\left[\frac{n}{2}\right]} A^{(n)}_{\nu,\mu}\, x^{n-2\mu}$$

die Relation

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \sum_{\mu=0}^{\mu=n-2\lambda} \frac{\Pi\left(n-\mu-\frac{1}{2}\right)}{\Pi(n-\mu+\nu)\,(2n-\lambda+\nu-2)\,A_{\nu,\lambda}^{2}\,A_{\nu,\mu}} = \frac{2^{2n+1}(2\nu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)}{(n+\nu)\,\Pi(n)\,[\Pi(2\nu-1)]^2}.$$

Multiplicirt man die von mir abgeleitete Formel

$$C_n^\nu(\cos x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} \frac{\Pi(\nu+\lambda-1)\,\Pi(\nu-\lambda+n-1)}{|\Pi(\nu-1)|^2\,\Pi(\lambda)\,\Pi(n-\lambda)} \cos(n-2\lambda)x$$

mit $\cos(n-2\mu)x\,dx$ und integrirt von $x=0$ bis $x=\pi$, so erhält man die Relation

$$\frac{2}{\pi}\int_0^\pi C_n^\nu(\cos x)\cos(n-2\mu)x\,dx = \frac{\Pi(\nu+\mu-1)\,\Pi(\nu-\mu+n-1)}{|\Pi(\nu-1)|^2\,\Pi(\mu)\,\Pi(n-\mu)}$$

aus welcher sich bei ungeradem n unter Berücksichtigung der bekannten Formel

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \cos(n-2\lambda)x\cos(n-2\lambda)y = \frac{1}{4}\left(\frac{\sin(n+1)(x+y)}{\sin(x+y)} + \frac{\sin(n+1)(x-y)}{\sin(x-y)}\right)$$

für die Functionen $C_n^\nu(\cos x)$ folgender Integralausdruck ergibt

$$C_n^\nu(\cos x) = \frac{1}{2\pi}\int_0^\pi C_n^\nu(\cos y)\left(\frac{\sin(n+1)(x+y)}{\sin(x+y)} + \frac{\sin(n+1)(x-y)}{\sin(x-y)}\right)dy.$$

Herr E. Heine hat in seinem Handbuche der Kugelfunctionen[1] mit Hilfe der in einem von Euler am 4. December 1751 an Goldbach geschriebenen Briefe enthaltenen Bemerkung, dass in der Entwicklung von $\sqrt[n]{1-an^2}$ nach aufsteigenden Potenzen von a alle Coëfficienten ganze Zahlen sind, gezeigt, dass das Product $c^{2n}\,C_n^\nu(x)$ nur ganze Coëfficienten besitzt, wenn ν eine rationale Zahl mit dem Nenner c ist. Dieser Satz lässt sich durch einen anderen etwas weiter gehenden ersetzen. Setzt man in der oben benützten Definitionsgleichung der Function $C_n^\mu(x)$ $\mu=\frac{r}{c}$, so nimmt sie die folgende Form an:

$$C_n^{\frac{r}{c}}(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} (-1)^\lambda \frac{\{r+c(n-\lambda-1)\}\{r+c(n-\lambda-2\}\ldots r}{c^{n-2\lambda}\,\Pi(\lambda)\,\Pi(n-2\lambda)}(2x)^{n-2\lambda}.$$

Nun ist aber bekanntlich[2]

$$\frac{m(m+n_1)(m+2n_1)\ldots(m+(i-1)n_1)n_1^{i-1}}{\Pi(i)}$$

eine ganze Zahl und daher ist der Coëfficient von $x^{n-2\lambda}$ in der auf der rechten Seite dieser Gleichung stehenden Summe das Product aus einer ganzen Zahl und dem Ausdrucke

$$\frac{(n-2\lambda+1)(n-2\lambda+2)\ldots(n-\lambda+1)\,2^{n-2\lambda}}{\Pi(\lambda)\,c^{2(n-\lambda)-1}}.$$

[1] 1. Band, S. 14.

[2] Dieser Satz ist meines Wissens zuerst von Herrn Charles Hermite in der dritten Ausgabe seines Cours d'analyse S. 175 aus dem Eisenstein'schen Satze über die Coëfficienten von Reihen, welche algebraischen Differentialgleichungen genügen, hergeleitet worden. Der Hermite'sche Satz ist übrigens ein ganz specieller Fall eines allgemeinen arithmetischen Theorems, welches ich vor einer Reihe von Jahren meinen Hörern in der von mir geleiteten Abtheilung des mathematischen Seminars an der Innsbrucker Universität mitgetheilt habe und von welchem demnächst Herr J. A. Gmeiner in den Monatsheften der Mathematik und Physik einen Beweis veröffentlichen wird.

Da aber das Product von irgend welchen aufeinander folgenden λ ganzen Zahlen durch das Product der ersten λ ganzen Zahlen theilbar ist, so wird der erwähnte Coëfficient mit $\frac{e^{2(n-\lambda)+1}}{2^{n-2\lambda}}$ multiplicirt ganz und demnach ergibt sich der Satz:

Ist ν eine rationale Zahl mit dem Nenner $2r+1$, so sind sämmtliche Coëfficienten des nach Potenzen von x geordneten Productes $(2r+1)^{2n-1}\, C_n^{\nu}(x)$ ganz, ist aber der Nenner von ν gleich $2^{\mu}(2r+1)$, so besitzt schon das Product $\frac{(2^{\mu}(2r+1))^{2n-1}}{2^n} C_n^{\nu}(x)$ nur ganze Coëfficienten.

Setzt man in der von mir in diesen Denkschriften aufgestellten Gleichung

$$C_n^{\nu}(x) = \frac{2^n \Pi(n+\nu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\left[\Pi\left(\frac{2n+2\nu-1}{2}\right)\right]^2}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2n+2\nu-1)} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} \frac{(x-1)^{n-\lambda}(x+1)^{\lambda}}{\Pi\left(\frac{2n+2\nu-2\lambda-1}{2}\right)\Pi\left(\frac{2\nu+2\lambda-1}{2}\right)\Pi(\lambda)\,\Pi(n-\lambda)}$$

der Reihe nach $x=0, \frac{1}{2}$, so entstehen die Relationen

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2r+1} \frac{(-1)^{\lambda}}{\Pi\left(2r+\nu-\lambda+\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi(\lambda)\,\Pi(2r-\lambda+1)} = 0$$

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=2r} \frac{(-1)^{\lambda}}{\Pi\left(2r+\nu-\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi(\lambda)\,\Pi(2r-\lambda)} = \frac{(-1)^r\,\Pi(4r+2\nu-1)\,\Pi(r+\nu-1)}{2^{2r}\,\Pi(2r+\nu-1)\,\Pi(2r+2\nu-1)\,\Pi(r)\left[\Pi\left(2r+\nu-\frac{1}{2}\right)\right]^2}$$

$$C_n^{\nu}\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\Pi(n+\nu-1)\,\Pi(n+2\nu-1)\left[\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\right]^2}{\Pi(\nu-1)\,\Pi(2n+2\nu-1)} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} \frac{(-1)^{n-\lambda}\,3^{\lambda}}{\Pi\left(n+\nu-\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi(\lambda)\,\Pi(n-\lambda)}$$

deren letzte für $\nu=\frac{1}{2}$ die interessante Catalan'sche Formel

$$2^{2n} P_n\left(\frac{1}{2}\right) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} (-1)^{n-\lambda}\binom{n}{\lambda}^2 3^{\lambda}$$

liefert.

Verbindet man diese letzte Gleichung mit der aus meiner Formel

$$C_n^{\nu}(x) = \frac{\Pi(n+2\nu-1)\sqrt{\pi}}{2^{2\nu-1}\,\Pi(\nu-1)} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{x^{n-2\lambda}(x^2-1)^{\lambda}}{2^{2\lambda}\,\Pi(\lambda)\,\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi(n-2\lambda)}$$

folgenden Relation

$$C_n\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\Pi(n+2\nu-1)\sqrt{\pi}}{2^{n+2\nu-1}\,\Pi(\nu-1)} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{(-3)^{\lambda}}{2^{2\lambda}\,\Pi(\lambda)\,\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\Pi(n-2\lambda)}$$

so entsteht die Beziehung

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{(-3)^{\lambda}}{2^{2\lambda}\,\Pi(\lambda)\,\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\,\Pi(n-2\lambda)} = \frac{(-1)^{\nu}\,\Pi(n+\nu-1)\left[\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\right]^2 2^{n+2\nu-1}}{\Pi(2n+2\nu-1)\sqrt{\pi}} \cdot$$

$$\cdot \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} \frac{(-3)^{\lambda}}{\Pi\left(n+\nu-\lambda-\frac{1}{2}\right)\,\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\,\Pi(\lambda)\,\Pi(n-\lambda)} .$$

Die Vergleichung der Coëfficienten von x^n in den beiden eben benützten Entwicklungen von $C_n^{\nu}(x)$ liefert ferner die Relation

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{1}{2^{2\lambda}\,\Pi(\lambda)\,\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\,\Pi(n-2\lambda)} =$$

$$= \frac{2^{n+2\nu-1}\,\Pi(n+\nu-1)\left[\Pi\left(n+\nu-\frac{1}{2}\right)\right]^2}{\Pi(2n+2\nu-1)\sqrt{\pi}} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} \frac{1}{\Pi\left(n+\nu-\lambda-\frac{1}{2}\right)\,\Pi\left(\nu+\lambda-\frac{1}{2}\right)\,\Pi(n-\lambda)\,\Pi(\lambda)} .$$

Setzt man in der von mir aufgestellten Gleichung [1])

$$x^n = \frac{\Pi(n)\,\Pi(\nu-1)}{2^n} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{n+\nu-2\lambda}{\Pi(\lambda)\,\Pi(n+\nu-\lambda)}\, C_{n-2\lambda}^{\nu}(x)$$

$x = 1, 0$, so ergeben sich die interessanten Formeln

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=\left[\frac{n}{2}\right]} \frac{n+\nu-2\lambda}{\Pi(\lambda)\,\Pi(n+\nu-\lambda)\,\Pi(n-2\lambda)}\,\Pi(n-2\lambda+2\nu-1) = \frac{2^n\,\Pi(2\nu-1)}{\Pi(n)\,\Pi(\nu-1)}$$

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=r} (-1)^{\lambda} \frac{(2r+\nu-2\lambda)\,\Pi(r+\nu-\lambda-1)}{\Pi(\lambda)\,\Pi(2r+\nu-\lambda)\,\Pi(r-\lambda)} = 0.$$

Herr Hofrath Professor Dr. A. Winckler hat in seiner Abhandlung „Über ein Kriterium des Grössten und Kleinsten in der Variationsrechnung“ [2]) durch Vergleichung seiner Form der zweiten Variation mit der Legendre-Jacobi'schen zwei bemerkenswerthe Theoreme über das Vorzeichen von gewissen bestimmten Integralen gefunden. Man kann leicht eine Reihe von Sätzen derselben Kategorie, in denen die Functionen $C_n^{\nu}(x)$ eine Rolle spielen, aufstellen, und von diesen möge der folgende angegeben werden:

---

[1]) „Über die Functionen $C_n^{\nu}(x)$ und $D_n^{\nu}(x)$“. Programm der n. ö. Landes-Oberrealschule in Krems vom Jahre 1873.

[2]) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturw. Classe, 97. Band. Abtheilung IIa. S. 1065—1082. Ein weiteres Analogon der Winckler'schen Theoreme ist der folgende Satz:

Ist $\omega(x)$ eine von $ce^{\pm\frac{\pi}{2}}$ verschiedene differentiirbare Function, welche nebst ihrer stetigen Ableitung im reellen Intervalle $x_0 \ldots x_1$ endlich bleibt, so ist für negative Wertepaare x_0, x_1

$$(-1)^m \int_{x_0}^{x_1} \left\{ \left(\frac{d\omega(x)}{dx}\right)^2 - n^2\omega^2 x^{-1} \right\} e^{-x} x^n\, dx > 0 \qquad (m \text{ und } n \text{ ganzzahlig nicht negativ})$$

Ist $\omega(x)$ eine von $c\left(\frac{x+1}{x-1}\right)^{\pm\frac{n(n+2\nu)}{2}}$ verschiedene differentiirbare Function, welche nebst ihrer stetigen ersten Ableitung im reellen Intervalle $x_0 \ldots x_1$ endlich bleibt, so ist für ein ausserhalb des Intervalles $-1 \ldots +1$ liegendes Werthepaar x_0, x_1

$$\int_{x_0}^{x_1} \{(1-x^2)\left(\frac{d\omega(x)}{dx}\right)^2 - n(n+2\nu)\omega^2(x)\}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx < 0$$

wenn $\omega(x)$ der Bedingung

$$\left[\frac{2\nu(1-x^2)^{\frac{2\nu+1}{2}} C_{n-1}^{\nu+1}(x)\omega^2(x)}{C_n^{\nu}(x)}\right]_{x_0}^{x_1} \leqq 0$$

genügt, erfüllt aber $\omega(x)$ die Relation

$$\left[\frac{2\nu(1-x^2)^{\frac{2\nu+1}{2}} C_{n-1}^{\nu+1}(x)\omega^2(x)}{C_n^{\nu}(x)}\right]_{x_0}^{x_1} \geq 0$$

so besteht für jedes dem Intervalle $-1 \ldots +1$ angehörigen Werthepaare x_0, x_1, innerhalb dessen sich keine Wurzel der Gleichung $C_n^{\nu}(x) = 0$, befindet, die Gleichung

$$\int_{x_0}^{x_1} \{(1-x^2)\left(\frac{d\omega(x)}{dx}\right)^2 - n(n+2\nu)\omega^2(x)\}(1-x^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\,dx > 0.$$

4) Ist $\tilde{\omega}(x)$ die Anzahl der verschiedenen Primtheiler von x,

$(x) = (-1)^{\tilde{\omega}(x)}$, wenn x eine durch kein Quadrat (ausser 1) theilbare ganze Zahl ist, und gleich 0 in allen anderen Fällen,

$\varphi_k(x)$ die Anzahl der Systeme von k ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots x$, welche ein zu x theilerfremdes Zahlensystem bilden,

---

wenn $(-1)^m \left[\frac{e^{-x} x^{m+1} T_{n-1}^{m+1}(x)\omega^2(x)}{T_n^m(x)}\right]_{x_0}^{x_1} \geqq 0$ ist, und die ganze Function $T_n^m(x)$ durch die Gleichung

$$T_n^m(x) = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=n} (-1)^{\lambda} \frac{x^{n-\lambda}}{\Pi(\lambda)\Pi(n-\lambda)\Pi(m+n-\lambda)}$$

definirt wird, sind aber x_0 und x_1 positiv und liegt zwischen ihnen keine Wurzel der Gleichung $T_n^m(x) = 0$, so ist

$$\int_{x_0}^{x_1} \{x\left(\frac{d\omega(x)}{dx}\right)^2 - n\omega^2(x)\} e^{-x} x^m\,dx > 0 \qquad (m > -1;\ n \text{ ganzzahlig, nicht negativ})$$

falls $\left[\frac{e^{-x} x^{m+1} T_{n-1}^{m+1}\omega^2(x)}{T_n^m(x)}\right]_{x_0}^{x_1} \geqq 0$ ist.

$\varphi(x, n)$ die Anzahl aller ganzen positiven n nicht überschreitenden Zahlen, welche zu x theilerfremd sind,

$\omega(x)$ die Anzahl der Zerlegungen der ganzen Zahl x in ein Product von zwei theilerfremden Factoren,

$f_\beta(x)$ die Anzahl der positiven ganzzahligen Lösungen der Gleichungen $n_1 n_2 \ldots n_\beta = x$,

$\chi(x)$ die Anzahl der Darstellungen von x als Summe von zwei Quadraten,

$\mu_r(x) = 0$, wenn x durch eine r^{te} Potenz (ausser 1) theilbar ist, und gleich 1 in allen anderen Fällen,

$\psi_k(x)$ die Summe der k^{ten} Potenzen der Theiler der ganzen Zahl x,

$\alpha(1) = 0$, $\alpha(x) = 0$, wenn x eine Primzahl in einer höheren als der zweiten, oder mehr als eine Primzahl in einer höheren als der ersten Potenz enthält,

$\alpha(x) = (-1)^{\tilde{\omega}(x)}$, wenn x einen Primfactor in der zweiten, die anderen aber nur in der ersten Potenz enthält,

$\alpha(x) = (-1)^{\tilde{\omega}(x)+1}\,\tilde{\omega}(x)$, wenn x durch kein Quadrat (ausser 1) theilbar ist,

$\lambda(x)$ gleich $+1$ oder -1, je nachdem x aus einer geraden oder ungeraden Anzahl von gleichen oder verschiedenen Primzahlen zusammengesetzt ist,

$\bar{\psi}_k(x)$ die Summe der $k$ten Potenzen derjenigen Divisoren der ganzen Zahl x, welche durch kein Quadrat (ausser 1) theilbar sind,

$\chi_{4k,\,2k-1}(x)$ der Überschuss der Anzahl derjenigen ungeraden Divisoren von x, welche die Form $4ks + \lambda$ ($\lambda \leqq 2k-1$) haben, über die Anzahl der übrigen ungeraden Theiler,

$\left(\frac{\Delta}{x}\right)$ das Legendre-Jacobi'sche Symbol,

$\chi(\Delta, x)$ die Anzahl der Lösungen der Congruenz $y^2 \equiv \Delta \pmod{4x}$,

$\nu(x)$ gleich 0, wenn x keine Primzahlpotenz ist und gleich $\log x$ in allen anderen Fällen

$\Theta(x)$ die Anzahl der x nicht überschreitenden Primzahlen

$\chi_n(x)$ gleich der über alle Divisoren der ganzen Zahl n ausgedehnten Summe $\sum_d{}' \mu\left(\frac{n}{d}\right) C_d^{\nu}(x)$

und setzt man

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1} \chi_n(y_0)\cdot C_n^{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, dy_k = A_n$$

so bestehen die Gleichungen:

$$\int_1^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1} \begin{vmatrix} 0, & \mu(1), & \mu(2), \ldots, & \mu(n) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \ldots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \ldots, & \chi_n(y_2) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \ldots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_n^{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, dy_k = A_n$$

$$\int_1^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1} \begin{vmatrix} 0, & \varphi_k(1), & \varphi_k(2), \ldots, & \varphi_k(n) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \ldots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \ldots, & \chi_n(y_2) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \ldots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_n^{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, dy_k =$$

$$= A_n \left(\frac{n^{k+1}}{k+1} + \frac{1}{2}\, n^k + \binom{k}{2}\frac{B_1}{k-1} n^{k-1} - \binom{k}{4}\frac{B_3}{k-3} n^{k-3} + \right.$$

$$\left. + \binom{k}{6}\frac{B_5}{k-5} n^{k-5} - \ldots\right)$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & \varphi(1,n) & \varphi(2,n) & \cdots & \varphi(n,n)\\ C_1^{\nu}(y_1) & \chi_1(y_1) & \chi_2(y_1) & \cdots & \chi_n(y_1)\\ C_2^{\nu}(y_2) & \chi_1(y_2) & \chi_2(y_2) & \cdots & \chi_n(y_2)\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ C_n^{\nu}(y_n) & \chi_1(y_n) & \chi_2(y_n) & \cdots & \chi_n(y_n)\end{vmatrix} C_{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n}\prod_{k=1}^{n}(1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dy_k = \frac{6n^2A_n}{\pi^2}\Big\{\log n+$$
$$2C-1+\varepsilon A_n 2n(\log n)^2+n\log n\,5C+\frac{\pi^2}{6}+2\log n+$$
$$+2C(2C-1)n+2(2C-1)+\frac{\pi^2}{6}n^{\frac{3}{2}}\Big\}^{1)}$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & \psi_2(1) & \psi_2(2) & \cdots & \psi_2(n)\\ C_1^{\nu}(y_1) & \chi_1(y_1) & \chi_2(y_1) & \cdots & \chi_n(y_1)\\ C_2^{\nu}(y_2) & \chi_1(y_2) & \chi_2(y_2) & \cdots & \chi_n(y_2)\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ C_n^{\nu}(y_n) & \chi_1(y_n) & \chi_2(y_n) & \cdots & \chi_n(y_n)\end{vmatrix} C_{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n}\prod_{k=1}^{n}(1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dy_k = A_n\sum_{x=1}^{x=n}\omega(x)$$
$$=\frac{6A_nn}{\pi^2}\Big\{\log n+\frac{12\mathfrak{F}}{\pi^2}+2C-1+$$
$$+\varepsilon A_n\Big(\frac{\log n}{2}+5+3C+2\log 2\Big)\sqrt{n}+2\Big\}^{2)}$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & 1^k & 2^k & \cdots & n^k\\ C_1^{\nu}(y_1) & \chi_1(y_1) & \chi_2(y_1) & \cdots & \chi_n(y_1)\\ C_2^{\nu}(y_2) & \chi_1(y_2) & \chi_2(y_2) & \cdots & \chi_n(y_2)\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ C_n^{\nu}(y_n) & \chi_1(y_n) & \chi_2(y_n) & \cdots & \chi_n(y_n)\end{vmatrix} C_{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n}\prod_{k=1}^{n}(1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dy_k = A_n\sum_{x=1}^{x=n}\psi_k(x)$$
$$=A_nn^{k+1}\Big\{\zeta(k+1)+\varepsilon A_nn^k\frac{\zeta(k+1)}{(n+1)^{k-1}}+\varepsilon'\zeta(k)\Big\}^{3)}$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & \cdots & 1\\ C_1^{\nu}(y_1) & \chi_1(y_1) & \chi_2(y_1) & \cdots & \chi_n(y_1)\\ C_2^{\nu}(y_2) & \chi_1(y_2) & \chi_2(y_2) & \cdots & \chi_n(y_2)\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ C_2^{\nu}(y_n) & \chi_1(y_n) & \chi_2(y_n) & \cdots & \chi_n(y_n)\end{vmatrix} C_{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n}\prod_{k=1}^{n}(1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dy_k = A_n\sum_{x=1}^{x=n}\psi_0(x)$$
$$=A_nn\{\log n+2C-1\}+4\varepsilon\sqrt{n}A_n$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & \alpha(1) & \alpha(2) & \cdots & \alpha(n)\\ C_1^{\nu}(y_1) & \chi_1(y_1) & \chi_2(y_2) & \cdots & \chi_n(y_1)\\ C_2^{\nu}(y_2) & \chi_1(y_2) & \chi_2(y_2) & \cdots & \chi_n(y_2)\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ C_n^{\nu}(y_n) & \chi_1(y_n) & \chi_2(y_n) & \cdots & \chi_n(y_n)\end{vmatrix} C_{\nu}(y_0)_{\nu=1,2,\ldots,n}\prod_{k=1}^{n}(1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}dy_k = A_n\Theta(n)$$
$$=\frac{A_nn}{\log n-1}+\varepsilon A_n\sqrt{n}$$

---

1) $C=0{\cdot}57721566\ldots$ ist die bekannte Euler'sche Constante des Integrallogarithmus; $|\varepsilon|<1$.

2) $\mathfrak{F}=\sum_{x=2}^{x=\infty}\frac{\log x}{x^2}=0{\cdot}9375482543\ldots$

3) $\zeta(s)=\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{1}{n^s}$; $\varepsilon'<1$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & f(1), & f(2), \dots, & f(n) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \dots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \dots, & \chi_n(y_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \dots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_r^{\nu}(y_\alpha)_{\alpha=1,2,\dots} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, dy = A_n \sum_{x=1}^{n} f(x)$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & \lambda(1)\omega(1), & \lambda(2)\omega(2), \dots, & \lambda(n)\omega(n) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \dots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \dots, & \chi_n(y_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \dots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_r^{\nu}(y_\alpha)_{\alpha=1,2,\dots} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\, dy =$$

$$= A_n \sum_{x=1}^{n} \lambda(x)$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & \lambda(1)\chi(\Delta,1), & \lambda(2)\chi(\Delta,2), \dots, & \lambda(n)\chi(\Delta,n) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \dots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \dots, & \chi_n(y_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \dots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_r^{\nu}(y_\alpha)_{\alpha=1,2,\dots} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k =$$

$$2 A_n \sum_{x=1}^{n} \lambda(x) \left(\frac{\Delta}{x}\right)^{\dots}$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & g_1(1), & 0, & 0, \dots, & g_1(2), & 0, \dots, & g_1(3), \dots, g_1([\sqrt{n}]) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), & \chi_3(y_1), \dots & \chi_2(y_1), & \chi_{2^2+1}(y_1), \dots & \chi_3(y_1), \dots, & \chi_{\dots}(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), & \chi_3(y_2), \dots & \chi_{2^2}(y_2), & \chi_{2^2+1}(y_2), \dots & \chi_3(y_2), \dots, & \chi_{\dots}(y_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), & \chi_3(y_n), \dots, & \chi_{2^r}(y_n), & \chi_{2^{r+1}}(y_n), \dots, & \chi_3(y_n), \dots, & \chi_{\dots}(y_n) \end{vmatrix}$$

$$\cdot\, C_r^{\nu}(y_\alpha)_{\alpha=1,2,\dots} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k = A_n \sum_{x=1}^{n} g_1(x) = \frac{A_n n}{\zeta(r)} + \varepsilon A_n (1+\zeta(r)) n^{\dots}$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & \nu(1), & \nu(2), \dots, & \nu(n) \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \dots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \dots, & \chi_n(y_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \dots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_r^{\nu}(y_\alpha)_{\alpha=1,2,\dots} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k = A_n \log \Pi(n)$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & \dots, & \sin\frac{k\pi}{2}, \dots, & \sin\frac{n\pi}{2} \\ C_1^{\nu}(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), & \chi_3(y_1), & \chi_4(y_1), & \dots, & \chi_k(y_1), \dots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^{\nu}(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), & \chi_3(y_2), & \chi_4(y_2), & \dots, & \chi_k(y_2), \dots, & \chi_n(y_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_n^{\nu}(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), & \chi_3(y_n), & \chi_4(y_n), & \dots, & \chi_k(y_n), \dots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix}$$

$$\cdot\, C_r^{\nu}(y_\alpha)_{\alpha=1,2,\dots} \prod_1^n (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k = A \sum_{x=1}^{n} \chi(x) = \frac{A_n n \pi}{4} + 4\varepsilon A \sqrt{n}$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & , \frac{\mu_2(1)}{1^{k_1}}, & \frac{\mu_2(2)}{2^{k_1}}, \ldots, & \frac{\mu_2(n)}{n^{k_1}} \\ C_1^\nu(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \ldots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^\nu(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), \ldots & \chi_n(y_2) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_n^\nu(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \ldots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_r^\nu(y_p)_{(p=1,2,\ldots,n)} \prod_1^n{}_k (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k = A \sum_{r=1}^{r=n} \psi_{-k_1}(x)$$

$$= \frac{2\Pi(2k_1+2)\,A_n n}{(2\pi)^{2k_1+2}\,B_{k_1+1}}\,\zeta(k_1+1) + \varepsilon A_n\left(\frac{\pi^4}{18} + \frac{1}{n^{k_1-1}}\right)(k_1>1)$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & , \frac{\mu_2(1)}{1}, & \frac{\mu_2(2)}{2}, \ldots, & \frac{\mu_2(n)}{n} \\ C_1^\nu(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), \ldots, & \chi_n(y_1) \\ C_2^\nu(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), & \ldots, \chi_n(y_2) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_n^\nu(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), \ldots, & \chi_n(y_n) \end{vmatrix} C_r^\nu(y_p)_{(p=1,2,\ldots,n)} \prod_1^n{}_k (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k =$$

$$= \frac{15}{\pi^2} A_n n + \varepsilon A\left[\frac{\pi^2}{6}\left(\log n + C + \frac{\pi^2}{6}\right) + \frac{2}{\sqrt{n}}\right]$$

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\cdots\int_{-1}^{+1}\begin{vmatrix} 0 & , 1 & , 0 & , 1 & , \ldots, (-1)^{\left[\frac{r-1}{k_1}\right]}, & 0 & , (-1)^{\left[\frac{r}{k_1}\right]} & 0 & , (-1)^{\left[\frac{r+1}{k_1}\right]}, \ldots \\ C_1^\nu(y_1), & \chi_1(y_1), & \chi_2(y_1), & \chi_3(y_1), \ldots, & \chi_{2r-1}(y_1), & \chi_{2r}(y_1), & \chi_{2r+1}(y_1), & \chi_{2r+2}(y_1), & \chi_{2r+3}(y_1), \ldots \\ C_2^\nu(y_2), & \chi_1(y_2), & \chi_2(y_2), & \chi_3(y_2), \ldots, & \chi_{2r-1}(y_2), & \chi_{2r}(y_2), & \chi_{2r+1}(y_2), & \chi_{2r+2}(y_2), & \chi_{2r+3}(y_2), \ldots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_n^\nu(y_n), & \chi_1(y_n), & \chi_2(y_n), & \chi_3(y_n), \ldots, & \chi_{2r-1}(y_n), & \chi_{2r}(y_n), & \chi_{2r+1}(y_n), & \chi_{2r+2}(y_n), & \chi_{2r+3}(y_n), \ldots \end{vmatrix}$$

$$C_r^\nu(y_p)_{(p=1,2,\ldots,n)} \prod_1^n{}_k (1-y_k^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} dy_k = A_n \sum_{r=1}^{r=n} \chi_{4k_1,2k_1-1}(x) =$$

$$= \frac{A_n n\pi}{4k_1} \sum_{\mu=1}^{\mu=k_1} \operatorname{cotang}\frac{(2\mu-1)\pi}{4k_1} + \varepsilon A_n\left(\frac{(2k_1+1)(2n+1)+4}{\sqrt{8n+1}-3} + \frac{3(2k_1+1)}{4}\right).$$

DIE

ARTERIEN DES VERLÄNGERTEN MARKES

VOM ÜBERGANG BIS ZUR BRÜCKE

VON

PROF. DR. A. ADAMKIEWICZ.

(Mit 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 21. APRIL 1890

Einleitung.

Unsere Kenntniss des Verlaufes der Blutgefässe im verlängerten Mark steht mit derjenigen der anatomischen Structur und der krankhaften Veränderungen dieses Organes nichts weniger, als auf gleicher Höhe.

Während die Feststellung des Faserverlaufes im verlängerten Marke die Aufmerksamkeit der Forscher schon seit geraumer Zeit fesselt, hat sie die Frage der Vascularisation dieses so wichtigen Organes so wenig anzuziehen vermocht, dass bis heute erst ein einziger Autor den Muth gefunden hat, sich auf dieses so vernachlässigte Gebiet zu wagen.

Duret,[1] dem der Ruhm dieses Verdienstes gebührt, hat an der Hand einer ausführlichen Literaturübersicht, in der Namen wie Rysch, Heuermann, Haller, Vicq d'Azyr, Willis, Sappey und Cruveilhier, Ekker, Luschka, Koelliker, Lockhart-Clarke repräsentirt sind, gezeigt, dass ein genaueres Studium des Blutgefässverlaufes im verlängerten Mark zur Zeit noch vollkommen originell sei.

Indem er selbst dieses Studium aufnahm, theilte er seine Aufgabe in zwei Hälften: 1. in die Feststellung der an der Oberfläche des verlängerten Markes sichtbaren Gefässe und Gefässchen und 2. in die Darstellung der mikroskopischen Capillarbezirke der Medullarsubstanz.

Von den Oberflächengefässen des verlängerten Markes gibt Duret eine ausserordentlich sorgfältige Beschreibung. Dagegen ist sein Versprechen bezüglich des andern Theiles der geplanten Arbeit („L'examen microscopique des capillaires du bulbe sera l'objêt d'une description spéciale avec planches à l'appui") leider nicht zur Ausführung gekommen, — wie eine briefliche Mittheilung des Autors es mir noch besonders bestätigt.

[1] Sur la distribution des artères nourricières du bulbe rachidien. Archives de physiologie normale et pathologique. Paris 1873, p. 77.

Und so besteht eine recht ansehnliche Lücke in unserer Kenntniss von dem Gefässverlauf in einem der wichtigsten Theile des Centralnervensystems noch heute unverändert fort.

Wenn diese Lücke auszufüllen ich hiermit den Versuch wage, so geschieht das vor Allem deswegen, weil meine Untersuchungen über den feineren Gefässverlauf im Rückenmark [1] die neuen Untersuchungen als eine natürliche Fortsetzung inducirten, weil anderseits die Fortschritte in der Kenntniss gewisser Krankheitsprocesse des Rückenmarkes, die durch die genauere Feststellung des Gefässverlaufes in demselben anerkanntermassen gewonnen worden sind, [2] für das neue Unternehmen einen ganz natürlichen Hebel bilden mussten, und weil endlich die Feststellung der Ernährung jenes Theiles des Nervensystems, welcher die wichtigsten Lebensfunctionen birgt, für alle Zweige der medicinischen Wissenschaften von grösstem und höchstem Interesse sein muss. — Somit wird sich diese Arbeit mit der Vascularisation eines Stückes des Centralnervensystems beschäftigen, das im Ganzen nur 1·4 *cm* in der Länge und fast ebenso wenig in der mittleren Breite misst.

Die Arterien des verlängerten Markes.

I. Das äussere Gefässnetz.

Duret beschreibt genauer die beiden Aa. vertebrales, die aus dem Zusammenfluss derselben entstehende A. basilaris mit ihren Zweigen (den Aa. cerebellares mediae, superiores und posteriores) und erwähnt die Aa. cerebellares inferiores und Aa. spinales anteriores als Seitenäste der Vertebralarterien.

Aus diesen gröberen Gefässen entspringen nach Duret drei Kategorien von Zweigen, die das Nervengewebe ernähren — artères nourricières du bulbe — und zwar:

1. Wurzelarterien; — sie gehen an die aus dem verlängerten Mark entspringenden Wurzeln.

2. Kernarterien; — diese gelangen zu den im vierten Ventrikel befindlichen Kernen und treten durch die Mittelfurche des verlängerten Markes in dessen Substanz ein, und

3. Arterien für die übrigen Bestandtheile des verlängerten Markes (Oliven, Pyramiden, Corpora restiformia).

Am verlängerten Mark vom Übergang bis zur Brücke (Charcot's [3] bulbe inférieur) ist nach Duret die Gefässvertheilung folgende:

Die Wurzelarterien gehen von den Aa. vertebrales aus und versorgen speciell die aus dem unteren Bulbus austretenden Nervenwurzeln: Facialis, Acusticus, Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius und Hypoglossus.

Die Kernarterien des unteren Bulbus entspringen aus der oder den vorderen Spinalarterien, je nachdem eine oder deren zwei existiren, in einer Ausdehnung von 3—4 *cm*. Sie verlassen deren Stamm unter rechtem Winkel, treten in die mediale Spalte des Bulbus ein, bilden so in der Tiefe dieses Spaltes eine Art in der sagittalen Ebene liegender Leiter und enden unter dem Boden des vierten Ventrikels.

Ausserdem senden die Spinalarterien noch einige seitliche Ästchen für die unteren Theile der Pyramiden und der Oliven ab.

Soweit Duret.

Ich möchte zu dieser Beschreibung noch Folgendes hinzufügen.

So klein das Gebiet ist, das dem unteren Bulbus angehört, so reich ist, seiner functionellen Bedeutung entsprechend, das Netz von Gefässen, das seine Oberfläche umspinnt.

[1] Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes. Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wiss. Wien 1881, Bd. LXXXIV und 1882, Bd. LXXXV.

[2] Vergl. Adamkiewicz, Die generativen Krankheiten des Rückenmarkes. Stuttgart 1888. Enke. — Derselbe: Die Pachymeningitis hypertrophica und der chronische Infarct des Rückenmarkes. Wien 1890. Hölder.

[3] Duret a. a. O.

Ich habe dieses Netz in meiner Arbeit [1] über die Oberflächenvascularisation des Rückenmarkes genauer beschrieben und abgebildet und kann deshalb, indem ich auf jene Arbeit verweise, mich hier auf folgende kurzen Angaben beschränken.

Das obere Ende der beiden Vertebralarterien, — jene schräg nach oben und innen über die vordere Fläche des Bulbus verlaufenden Abschnitte desselben, welche an der ersten Halswurzel die Dura mater durchbrechen und am hinteren Rande der Brücke sich zur Basilararterie vereinigen, — sie sind die Blutgefässstämme, aus welchen der untere Bulbus sein ganzes Blut bezieht.

A. Vordere Fläche.

Für die vordere Fläche des Bulbus entspringen aus den einander zugekehrten Seiten der Vertebralarterien, und zwar dicht unter dem Winkel, den sie an der A. basilaris mit einander bilden, gewöhnlich zwei, — zuweilen erleidet jedoch diese Regel eine Ausnahme — arterielle Stämmchen, die, nachdem sie bis zur vorderen Fissur einander entgegengekommen sind, an der Mittellinie des Rückenmarkes nach unten sich wenden und bald sich einander nähernd, bald von einander sich entfernend, mit den entgegenströmenden Stämmchen der ersten der von mit sogenannten „Spinalarterien" etwa in der Mitte des Halsmarkes zusammenfliessen.

Ich habe diese Stämmchen als Aa. vertebro-spinales anteriores bezeichnet, weil sie nur kleine Seitenzweige der Vertebralarterien sind und nicht, wie früher irrthümlich gelehrt wurde (so auch noch von Duret), „vordere Spinalarterien" (Aa. spinal. anter.) bilden, von denen behauptet wird, dass sie von der Medulla bis herab zum Ende des Rückenmarkes sich hinziehen.

So lange diese Aa. vertebro-spinales über dem verlängerten Mark dahinziehen, entsenden sie ein ganz ausserordentlich reiches Netz von Zweigen und Zweiglein, die sich durch ihre starken Schlängelungen und Windungen auszeichnen und meist nach kurzem Verlauf in die Vertiefungen, Spalten und Fugen dringen, welche die einzelnen Theile des verlängerten Markes — Pyramiden, Oliven, Corp. restiformia — von einander trennen.

B. Hintere Fläche.

Von der hinteren Fläche des verlängerten Markes erhält nur ein kleiner Theil makroskopisch sichtbare Gefässchen, derjenige, welcher unterhalb der Rautengrube liegt, — das oberste Ende des Rückenmarkes also, das den sogenannten „Übergang" desselben zum verlängerten Mark bildet, demnach das Stück, welches zwischen der Austrittsstelle der ersten Halswurzeln und der die Rautengrube nach hinten abschliessenden Kante der Strickkörper liegt.

An dieser Kante erscheinen alle makroskopischen Gefässchen gegen die Rautengrube hin wie abgeschnitten. Und die Rautengrube selbst zeigt wohl eine capilläre Injection, aber keine grösseren irgendwie sichtbaren Stämmchen.

So weit die hintere Fläche des verlängerten Markes mit Blutgefässen versehen ist, entspringen dieselben aus zwei besonderen Ästen der Vertebralarterien, die ich in meiner bereits citirten Arbeit [2] als Aa. vertebro-spinales posteriores bezeichnet und folgendermassen beschrieben habe.

Die Aa. vertebro-spinales posteriores verlassen die Vertebralarterien gerade an derjenigen Stelle, wo diese eben an die innere Fläche der Dura mater getreten sind, aber das Rückenmark noch nicht erreicht haben. (Vergl. Taf. II, Fig. 4 der citirten Arbeit.)

Hier, zwischen Dura mater und Rückenmark und gerade über dem Ursprung der ersten Halswurzeln, wenden sich die beiden Gefässchen gleich nach ihrem Austritt aus den Aa. vertebrales direct nach abwärts. Dann verlaufen sie in engem Anschluss an die Wurzeln des N. accessorius zwischen den vorderen und den hinteren Wurzeln, und zwar näher den hinteren, herab bis etwa zur Höhe der vierten oder fünften Halswurzel.

[1] Die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes. II. Theil. — Die Gefässe der Rückenmarksoberfläche. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien, III. Abth. 1882, S. 102.

[2] A. a. O. S. 9.

In dieser Gegend endigen sie, wie die Aa. vertebro-spinales anteriores durch Anastomosen, indem auch sie mit ihnen entgegen strömenden Ästen anderer arterieller Gefässe zusammenfliessen.

Über die Art und Weise, wie diese Stämmchen jenes Gefässnetz bilden, welches die Hinterfläche des oberen Rückenmarksrandes umspinnt, habe ich in meiner früheren Arbeit so Ausführliches berichtet, dass ich darauf verzichten kann, mich über diese Details auch an dieser Stelle noch einmal zu verbreiten.

Nur so viel sei auch hier noch kurz erwähnt, dass zwischen den Aa. vertebro-spinales anteriores und posteriores, etwa aus der Mitte der Vertebralarterien, die stärksten Zweige entspringen, und dass diese Zweige nicht dem verlängerten Mark, sondern einzig und allein dem Kleinhirn zu Gute kommen. Aa. vertebro-cerebellares (Aa. cerebelli inferiores der Autoren).

II. Innere Vascularisation.

A. Allgemeines Verhalten der Gefässe.

Die Anordnung und Vertheilung der Arterien im Inneren des verlängerten Markes weicht von der inneren Vascularisation des Rückenmarkes in der Form wesentlich ab, in ihren allgemeinen Principien dagegen sehr wenig.

Der formelle Unterschied zwischen beiden Arten der Gefässvertheilung besteht darin, dass letztere im Rückenmark auf jedem Querschnitt desselben ein nahezu gleiches Bild gibt, während das verlängerte Mark, wie wir bald sehen werden, dem Wechsel seines anatomischen Verhaltens entsprechend, die Gestalt seines Gefässnetzes von der Stelle des Überganges in der Richtung zur Brücke fortdauernd ändert.

Die principielle Gleichheit in der Anordnung der Gefässe im Rückenmark und im verlängerten Mark aber kommt darin zum Ausdruck, dass der Verlauf der Gefässe auch in dem letzteren sich auf dieselben beiden Strömungssysteme zurückführen lässt, welche ich für das Rückenmark als charakteristisch beschrieben habe, und dass hier, wie dort die Stämmchen der Gefässe durch die weisse Substanz ziehen, die Capillaren dagegen sich in der grauen vertheilen und diese in Gestalt dichter Netze erfüllen.

B. Specielles Verhalten der Gefässe.

Um das specielle Verhalten der Gefässe des verlängerten Markes kennen zu lernen, müssen wir dasselbe von der Stelle des Überganges bis zur Brücke im Schnitte zerlegen und letztere in dieser Richtung der Reihe nach untersuchen.

Die Änderungen im gewohnten Bilde der Rückenmarksgefässe (vergl. die betreffenden Abbildungen meiner ersten Arbeit), die uns auf diesem Wege entgegentreten, entsprechen der gewaltigen Metamorphose, welche in der genannten Richtung mit der Substanz des verlängerten Markes selbst vor sich geht.

Im Beginn des Überganges weicht es von dem bekannten von mir gegebenen Schema der Rückenmarksgefässe nicht ab. Höchstens wäre zu bemerken, dass in Schnitten vom obersten Halsmark jederseits eine sehr starke Arterie für die Processus reticulares auftritt, die in ihren Verästelungen die Form dieser Processus wiedergibt, und dass mit dem Beginn der Pyramidenkreuzung und der Asymetrie des Rückenmarkquerschnittes die A. sulci, wie genauer noch beschrieben werden wird, sich der Richtung der sich kreuzenden Fasern anschliesst und in ein Netz von Capillaren zerfällt, die diese Fasern durchziehen.

Dagegen kommt schon dort am Übergang eine Änderung des Gefässnetzes zum Ausdruck (Fig. 1), wo die graue Substanz an Masse zunimmt, indem Vorderhörner und das Mittelstück der grauen Substanz an Volumen wachsen, das Lager der Kerne des zarten (*Ng*) und des Keilstranges (*Nc*) sich an sie lagern, und von dem Hinterhorn der sogenannte „Hinterhornkopf" (*Cp*) oder „der gelatinöse Roland'sche Wulst" sich absondert.

Hier tritt ein allen diesen Formationen der grauen Substanz entsprechendes, sehr weites Capillarnetz und diesem angemessen eine sehr grosse Zahl arterieller Zuflüsse auf.

In der Vertheilung der letzteren aber kommen, wie erwähnt, die Principien desselben Grundgesetzes zur Geltung, welches die Vascularisation im Rückenmark beherrscht. Und so möchte ich zunächst mit kurzen Worten an dieses erinnern.

Man muss, um die Gefässvertheilung im Inneren des Rückenmarkes zu verstehen, sich dasselbe aus einer grossen Reihe über einander gelegter Segmente zusammengesetzt denken. In jedem dieser Segmente ist die Vertheilung der Blutgefässe ein und dieselbe. Alle Segmente aber stehen durch mehrere durch das ganze Rückenmark verlaufende Längsanastomosen mit einander in Verbindung. Jedes Segment wird von zwei Blutgefässstämmchen versorgt. Den Stamm des einen derselben bildet ein relativ starkes Gefässchen die A. sulci, die in horizontaler Richtung durch die vordere Fissur — den Sulcus — strömt und sich innerhalb der vorderen Commissur in zwei Äste theilt.

Von diesen tritt jedes in die innere und vordere Partie der grauen Säule seiner Seite ein und zerfällt hier in Capillaren. Das ist das System der A. sulci. — Das zweite System besteht aus einer grossen Zahl in der Richtung von der Peripherie gegen die graue Substanz, also radiär und centripetal, verlaufender Stämmchen. Das ist das System der Vaso corona, — des Gefässkranzes. Eines der Gefässchen dieses Systems, die A. fissurae, läuft gerade der Sulcus-Arterie gegenüber von der hinteren Fissur längs der Raphe bis zur hinteren Commissur und theilt sich an dieser dichotomisch in Form zweier sehr feiner Randgefässchen.

Die anderen Gefässchen des Gefässkranzes enden entweder in der Nähe des Randes oder inmitten der weissen Substanz oder erreichen die graue Substanz, um in diesem Fall sofort in ein dichtes Capillarnetz zu zerfallen und dann sich genau mit der grauen Substanz zu begrenzen. Von diesen Gefässchen sind diejenigen, welche durch das Gebiet der Hinterstränge verlaufen constant. Es sind das die von mir als Aa. radicum posterior., cornuum poster. posticae und die Aa. interfuniculares bezeichneten Arterien.

Die durch die anderen Stränge verlaufenden Gefässchen sind nicht constant und wechseln auf verschiedenen Schnitten ihre Lage. Nur im obersten Halsmark kommt, wie hier bereits erwähnt, eine besondere A. processuum reticularium vor.

Auf injicirten Querschnitten des verlängerten Markes lassen sich bei einiger Aufmerksamkeit fast überall die Grundzüge dieser Gefässvertheilung wieder erkennen. Eine principielle Änderung erleiden dieselben nur darin, dass aus den Hintersträngen des verlängerten Markes mit Abnahme ihrer Masse auch alle Gefässchen, anfangs bis auf die A. fissurae, schliesslich auch diese, verschwinden, während in den seitlichen Abschnitten der Medulla die Zahl der Zuflüsse mit der Zunahme der grauen Massen beständig wächst. Überall aber bilden die Analoga der A. sulci und der A. fissurae, schliesslich nur erstere allein, die Hauptstämme, um welche sich die übrigen Gefässe gruppiren.

Es wird daher unsere Aufgabe sein, festzustellen, wie sich im Verlauf des verlängerten Markes: *a)* die A. sulci, *b)* die A. fissurae und *c)* die übrigen Gefässchen verändern, die neben diesen Stämmchen das verlängerte Mark mit Blut versorgen.

a) A. sulci.

1. An der Pyramidenkreuzung. (Fig. 1.)

Die A. sulci (*S*) zeigt hier ein ganz besonderes Verhalten.

Im Rückenmark verläuft sie auf jedem Segment horizontal und in gerader Richtung von vorn nach hinten, sich unter rechtem Winkel mit den zu beiden Seiten des Sulcus von oben nach unten gerade herabziehenden Pyramidenfasern kreuzend. Deshalb fällt sie auch auf jedem Schnitt mit dessen sagittalem Durchmesser zusammen. An der Stelle des Überganges dagegen zieht sie in jene Spalten ein, welche am freien Rande der sich kreuzenden Pyramidenbündel bleiben und welche, wie bekannt, von dem vorderen Ende der Fissur (S — sulcus) alternirend nach rechts und nach links gegen die Vorderhörner hin divergiren.

So tritt denn die A. sulci am Übergang (*S* Fig. 1) zwar wie die gleichnamigen Arterien des Rückenmarkes gleichfalls durch die vordere Fissur in das Rückenmark ein, gelangt aber unmittelbar nach ihrem Eintritt in die vordere Spalte, oder doch jedenfalls nach kurzem Verlauf in derselben, in eine der seitlichen Verlängerungen derselben längs der sich kreuzenden Pyramidenbündel, um schliesslich in schiefer Richtung mit letzteren gegen das entsprechende Vorderhorn hin zu verlaufen. Oder das Arterienstämmchen spaltet sich, sobald es in der Tiefe der vorderen Fissur den Wulst der sich kreuzenden Pyramidenfasern (*Pyk*) erreicht

hat, in zwei Äste (wie in Fig. 1, *S*), die dann längs der beiden vorderen Ränder des Pyramidenwulstes (*Prk*) nach rechts und nach links bis zu den vorderen grauen Säulen verlaufen, um schliesslich von innen her in sie einzutreten.

So ist die Form der einzelnen Sulcus-Arterien und ihrer Zweige im Bereich der Pyramidenkreuzung vor Allem von der Grösse des Kreuzungswulstes abhängig. Je grösser dieser ist, desto näher der Oberfläche wendet sich der Stamm der Arterie zur Seite, oder desto oberflächlicher gehen die beiden Äste von ihm ab. Nun nimmt der asymmetrische Wulst von der Stelle des Überganges bis gegen die Mitte der Pyramidenkreuzung, unterhalb der unteren Hypoglossuswurzel (XII), an Grösse zu und von hier bis zum Ende der Kreuzung wieder ab.

So werden die Sulcus-Arterien im Bereich der Pyramidenkreuzung vom Beginn derselben bis zur Mitte immer kürzer und von der Mitte nach oben zu wieder länger, bis sie dort, wo die Pyramidenkreuzung aufhört, wo also auf Querschnitten die Pyramidenstränge (Fig. 2, *Py*) und die Schleife (Fig. 2, *Schl*) unmittelbar einander berühren, schon ganz in der Tiefe enden.

Dieses Verhalten der Sulcus-Arterien bewirkt es, dass der Winkel, unter welchem die Äste der A. sulci ihren Stamm verlassen, aus einem stumpfen sich umsomehr einem rechten näheren, je länger der Stamm selbst wird (vergl. *S* in Fig. 1 und *S* in Fig. 2). Und da unter gleichen Bedingungen, d. h. je länger die Aa. sulci werden, die Äste derselben sich immer mehr dem Centrum der Querschnitte nähern, so müssen die Eintrittsstellen dieser Äste in die graue Substanz der Vorderhörner sich immer mehr von der Spitze dieser Hörner entfernen und der centralen gelatinösen Substanz (*Sgc*) immer näher kommen.

Auf diesem Wege bleiben die Ästchen der Sulcus-Arterie nicht auf ein und derselben Ebene. Sobald sie vielmehr an die Grenze (*g*) zwischen dem Pyramidenwulst (*Prk*) und den Vorderstrangresten (*Vr*) gelangt sind, wenden sie sich ein wenig nach unten, wie man an Längsschnitten durch die Mitte des verlängerten Markes (Fig. 6 Prk) noch besonders deutlich sehen kann, und treten nun erst eine hinter der anderen in die graue Vordersäule ein. Man begegnet deshalb in einzelnen Schnitten den Enden mehrerer dieser Gefässchen und sieht, wie sie in Form eines Kranzes an der Grenze zwischen den sich kreuzenden Pyramidenfasern und den Vorderstrangresten auftauchen und erst von hier aus sich in die Vorderhörner reihenweise einsenken. (Fig. 1 *Sa.*)

Während die Sulcus-Arterien in dieser Weise ihren Hauptstrom zur grauen Substanz der Vorderhörner führen, geben sie auf ihrem Wege dorthin ein ganzes Netz von Zweigen an diejenigen Gebiete ab, durch welche sie strömen. So erhalten die Pyramidenstränge (*Py*) ein weitmaschiges, die Kreuzungswülste (*Prk*) der Pyramiden ein engmaschiges Netz von Capillaren. Jene entsprechen den Zwischenräumen der Längsbündel, aus denen die Pyramidenstränge bestehen. Diese begleiten die sich kreuzenden Bündel der Pyramiden und bilden deshalb, wie diese, kurze, sich kreuzende Gitter. (Vergl. Abbildung.)

2. Am Anfang der inneren Nebenolive. (Fig. 2.)

Von der Pyramidenkreuzung bis zur Brücke nimmt die Sulcus-Arterie beständig an Grösse, Länge und Bedeutung zu. Dicht über der Pyramidenkreuzung, in der Höhe der inneren Nebenolive (*No*), erreicht das Stämmchen der Sulcus Arterie eine Länge, welche, wie erwähnt, der Dicke der Pyramidenstränge (*Py*) entspricht und entsendet dort, wo letztere mit der Schleifenschicht (*Schl*) zusammentreffen, zwei divergirende Zweige, je einen zur inneren Nebenolive, und endet mit zwei feinen Ästchen (s. u. s_1), die die hier etwa birnförmig gestaltete Partie der Schleife in sich schliessen. Die Schleife selbst erhält aus diesen beiden Ästchen ein ganzes Netz von Capillaren.

3. Am Nucleus arciformis. (Fig. 3.)

Noch etwas höher, dort, wo die innere Nebenolive (*No*) schon die bekannte Gestalt eines Winkelmasses angenommen hat und die ersten Anfänge des Nucleus arciformis (*Na*), — jener sichelförmigen zwischen dem Rande der Pyramiden (*Py*) und den Fibrae arciformes (*Fa*) gelegenen Nervenzellengruppe — auftreten, wo ferner der Schleifenwulst sich zur Raphe (*R*) verschmälert, zeigt die A. sulci (*S*) eine neue interessante Metamorphose. (Vergl. Abbildung.)

Sie nimmt an Stärke zu und zerfällt in der Mitte ihres Verlaufes in eine grosse Zahl von Ästchen, die springbrunnenartig gleich einem Vortex aus dem Stamm hervorquellen. Zwei dieser Ästchen (*sf*) dringen aus den Gefässchen des Vortex wie feine Strahlen aus einem Blumenkelch hervor und umsäumen die sich hier amphorenartig erweiternde Raphe. So verlaufen sie an der Grenze zwischen dieser und der Olivenzwischenschicht (*Ozs*) bis sie an der Substanzia gelatinosa centralis (*Sgc*) einander wieder begegnen und dann in dieser Substanz mit sehr feinen trichterartig auseinander tretender Spitzen endigen.

Auf diesem Wege gibt die Arterie ein reiches Netz von Zweigen ab, vor allem aber die folgenden.

1. Gleich nach dem Eintritt in den Sulcus gehen aus dem Stamm der A. sulci sehr feine Ästchen (*sa*) in den dicht am Rande gelegenen, halbmondförmig gestalteten Kern (Nucleus arciformis-*Na*) der Gürtelschicht (*Fa*-fibrae arciformes) und zerfallen in demselben in ein sehr dichtes Capillarnetz, das ausserdem noch von den Piagefässen Zuflüsse erhält.

2. Auf ihrem weiteren Wege gibt die Sulcus-Arterie noch Zuflüsse ab für das Gefässnetz der Pyramidenbahnen (*Spy*), zwei bis drei stärkere Zuflüsse (*soi*) für den inneren des aus drei Theilen bestehenden (vergl. Abbildung) unteren Abschnittes der inneren Nebenolive (*No*), einige horizontal und parallel zu einander durch die Olivenzwischenschicht (*Ozs*) verlaufende Zweige (*Azs*), für die Masse der grauen Vorderhörner (*a*) und für den oberen Abschnitt der innere Nebenolive (*No*). Endlich versorgt sie noch die Raphe (*R*) mit langmaschigen und das runde durchscheinende Feld der Substantia gelatinosa centralis (*Sgc*) mit engmaschigen Netzen von Capillaren.

4. Am Anfang der Olive. (Fig. 4.)

Im Bereich des Kernes der Olive (*O*), dort, wo die Hinterstränge am Calamus scriptorius gerade auseinander zu treten beginnen, verwandelt sich die bis kurz vorher einfache Sulcus Arterie in einen stattlichen Doppelstamm, der als solcher in die Raphe (*R*) eintritt und die Raphe zwischen sich nehmend bis zu dem hier ganz in die Nähe des Bodens des vierten Ventrikels gerückten Centralcanal (*C*) sich fortsetzt.

Beide Stämme stehen durch ein Netz von Capillaren mit einander in Verbindung und geben nach aussen eine ganze Reihe parallel verlaufender Zweige ab, die alle fast symmetrisch in schräger Richtung nach oben und aussen verlaufen. (Vergl. Abbildung.) Die beiden Enden der doppelten Sulcus-Arterie aber liegen wieder im Felde der centralen gelatinösen Substanz (*Sgc*) und bilden, bevor sie in Capillaren zerfallen, indem sie sich ein wenig nach aussen wenden, eine Art Trichter, in dessen Höhlung der Hypoglossuskern (*H*) liegt. (Vergl. Abbildung.)

Von den, wie erwähnt, nach aussen verlaufenden Zweigen sind die aus dem mittleren Drittel der Stämmchen, gerade über den Pyramidensträngen und im Bereich der Oliven entspringenden, die stärksten und für den Kern der Olive (*O*) und die innere Nebenolive (*No*) bestimmt. Die anderen versorgen den Nucleus arciformis (*sna*), die Pyramidenstränge (*spy*) und die Olivenzwischenschicht (*szs*).

5. In der Mitte des vierten Ventrikels und am Olivenkern. (Fig. 5.)

Die Sulcus-Arterie erreicht an dieser Stelle ihre grösste Länge. Sie läuft als ein Doppelstamm von relativ beträchtlicher Stärke vom Sulcus an beiden Rändern der Raphe schlank und gerade durch die ganze Dicke des verlängerten Markes dahin, bis sie an der oberen Grenze der Schleifenschicht endet, dort, wo dieselbe mit der grauen Substanz des Bodens vom vierten Ventrikel zusammenstösst. Hier zieht sich jedes der beiden Arterienstämmchen in eine feine Capillare aus, die sich im Bogen nach aussen wendet, genau an der bezeichneten Grenze zwischen weisser und grauer Substanz dahin läuft und endlich in feinste Capillaren zerfällt. Letztere tragen zur Ernährung der hier gelegenen Hypoglossuskerne (*H*) bei.

Auf ihrem Wege zu diesen speist die Arterie noch folgende Capillarbezirke: Die Capillaren des Nucleus arciformis (*Na*), die Zuflüsse zu nesterartigen Capillarknäueln, die zum Theil nach aussen (*Sce*), zum Theil nach innen (*Sci*) von den beiden Arterienstämmchen liegen, Capillaren für die Pyramidenstränge (*Py*), für den inneren Olivennebenkern (*No*) und endlich für die Olivenzwischenschicht (*Ozs*), zwischen deren querdurchschnittenen Fasern die Capillaren ein eigenthümliches aus quergestellten, langgestreckten Maschen beste-

hendes, sehr reguläres Gitterwerk bilden. Die Hauptäste aber gehen an die Olive (*O*) ab, zuweilen in Gestalt mehrerer, meist in derjenigen eines einzigen, dafür aber um so stärkeren Astes (*Aso* — A. sulco-olivaris). Derselbe verläuft (vergl. Abbildung) gewöhnlich über dem vorderen Rande der Pyramide dahin, fliesst in leichtem Bogen nach aussen und dringt durch den Hilus der Olive in das Innere derselben ein, wo er, ähnlich der Rippe eines Blattes, nach der einen und der anderen Seite hin Nebenäste für die gleichfalls an den Contour eines Blattes erinnernden, wunderbar geschlängelten und geformten Capillarnetze der Olive abgibt.

b) A. fissurae.

Die A. fissurae (*F*) zeigt in ihren Wandlungen von der Pyramidenkreuzung durch das verlängerte Mark bis zur Brücke ein der Sulcus-Arterie gerade entgegengesetztes Verhalten. Sie beginnt als relativ grosser Stamm und endet in Form kleiner Capillaren.

1. An der Pyramidenkreuzung. (Fig. 1.)

Am Übergang und in der Pyramidenkreuzung tritt durch die hintere Fissur ein starkes Gefässchen (*F*) in die Raphe der Hinterstränge ein und verläuft in horizontaler Ebene zur centralen gelatinösen Substanz (*Sgc*), um hier in Capillaren zu zerfallen. Dieses Stämmchen entspricht der A. fissurae des Rückenmarkes, — jenem Gefässchen, welches in die hintere Fissur des Rückenmarkes eintritt, der Sulcus-Arterie gerade entgegenfliesst und am hinteren Rande der hinteren Commissur mit zwei divergirenden Ästchen endet. (Vergl. die betreffenden Abbildungen a. a. O.)

Auf ihrem Wege zur centralen gelatinösen Substanz entsendet die A. fissurae Zweige in die hier sehr reducirten Hinterstränge (*Hs*), in das Gebiet der Kerne des zarten (*Ng*) und des Keilstranges (*Nc*).

Sie steht demnach einer relativ grossen Aufgabe vor, einer Aufgabe, die im Rückenmark zu erfüllen sich drei paarige und eine unpaarige Arterie vereinigen: je eine A. fissurae einerseits und je zwei Aa. interfuniculares, cornuum poster. postic. und radicum post. anderseits. Sie genügt ihrer Aufgabe durch ihre stattliche Grösse und ist im Bereich der Pyramidenkreuzung (Fig. 1) thatsächlich fast derjenigen der Sulcus-Arterie gleich, während die A. fissurae im Rückenmark dem Stämmchen der A. sulci an Stärke bei weitem nachsteht.

2. Über der Pyramidenkreuzung und in der Höhe der beginnenden inneren Nebenolive. (Fig. 2.)

In demselben Verhältniss, als über der Pyramidenkreuzung sich der Centralcanal mit der gelatinösen Substanz dem hinteren Rückenmarksrande nähert, in demselben Verhältniss wird auch die A. fissurae (*F*), die, wie wir gesehen haben, am hinteren Rückenmarksrande beginnt und in der centralen gelatinösen Substanz endet, kürzer und unbedeutender. Sie zieht sich in gestrecktem Verlauf durch die Raphe der hier an weisser Substanz schon ganz verarmten Hinterstränge (*Hs*) dahin, trägt mit wenig Ästchen zu deren Ernährung und zur Ernährung der Kerne der zarten Stränge (*Ng*) bei und endet in zwei Zweiglein, die divergirend in die beiden Hälften des verlängerten Markes dicht am Rande der centralen gelatinösen Substanz (*Sgc*) eintreten, um hier in Capillaren zu zerfallen.

3. Am Nucleus arciformis (Fig. 3).

Etwas höher, an der Stelle der vollentwickelten inneren Nebenolive (*No*), präsentirt sich die A. fissurae (*F*) nicht anders, als auf der unter 2. besprochenen Höhe. Auch gibt sie hier, wie dort Zuflüsse für die Hinterstränge, für die Kerne der zarten (*Ng*) und der Keilstränge (*Nc*) ab und endet gleichfalls in einer Gabel, zwischen deren Zinken die centrale gelatinöse Substanz liegt und aus denen die Capillaren für den Accessoriuskern (*A*) und den hier beginnenden Kern des N. Hypoglossus (*H*) entspringen.

4. Am Anfang der Olive. (Fig. 4.)

Kurz bevor sich der Centralcanal zum vierten Ventrikel öffnet, hört die A. fissurae als einheitliches Stämmchen zu erscheinen auf. Statt desselben kommt in jeder Hälfte des verlängerten Markes aus

einer dicht unter dem Boden des vierten Ventrikels gelegenen Gefässöffnung je ein Gefässchen (*F*) hervor und verläuft seitlich am Centralcanal (*C*) in der Richtung nach unten und aussen. Nach Lage und Verlauf sind diese Gefässchen offenbar rudimentäre Analoga der A. fissurae. Auf gleichen Gebieten mit ihnen enden, wie wir gesehen haben, auch die Sulcus-Arterien mit Zweigen, welche gerade in entgegengesetzter Richtung, von unten nach oben und aussen verlaufen. So entsteht aus den vier Gefässchen ein Gefässparallelogramm (vergl. Abbildung), das ziemlich genau die centrale gelatinöse Substanz mit den in ihr enthaltenen Kernen einschliesst.

5. In der Mitte des vierten Ventrikels und am Olivenkern. (Fig. 5.)

Sobald sich der Centralcanal zum Boden des vierten Ventrikels eröffnet und die Raphe der Hinterstränge verschwindet, verschwindet die A. fissurae auch in ihren letzten Resten. Statt ihrer werden an dieser Stelle, wo die Sulcus-Arterie den höchsten Grad ihrer Entwickelung erreicht hat, dicht unter dem Boden des vierten Ventrikels und ganz in der Nähe der Mitte der Rautengrube, regelmässig einige feine Zweiglein (*F*) sichtbar, die aus Gefässöffnungen der grauen Substanz hervorgehen, gegen die weisse Substanz hin nach unten und aussen strömen und an die Kerne des N. hypoglossus (*H*) ihr Blut führen.

c) Die seitlichen Zuflüsse.

Im Rückenmark tritt durch dessen ganze zwischen Sulcus und hinterer Fissur gelegene Peripherie eine grosse Zahl von Arterien ein, die alle in radiärer Richtung gegen die graue Substanz hinziehen und der Vasocorona angehören. Ähnlich geschieht es im verlängerten Mark.

Während aber im Rückenmark von den Gefässchen der Vasocorona eine grosse Zahl gerade durch die Hinterstränge ziehender Gefässchen (Aa. interfuniculares, aa. cornuum poster. postic., aa. radic. poster.) durch ihre Constanz sich auszeichnet, die Gefässe der seitlichen Abschnitte dagegen variiren, verliert im verlängerten Mark das Gefässnetz der Hinterstränge immer mehr an Bedeutung, und macht dagegen dasjenige der seitlichen Abschnitte in gleichem Verhältniss Fortschritte, als mit der Höhe des verlängerten Markes dasselbe an Masse zunimmt.

Und so kann man in den verschiedenen Höhen des verlängerten Markes folgende bedeutenderen seitlichen Zuflüsse unterscheiden.

1. An der Pyramidenkreuzung. (Fig. 1.)

Zwei bis drei grössere Stämmchen (*Aca* = Aa. column. anter.) ziehen mit den vorderen Wurzeln zur grauen Substanz der Vordersäulen und ebenso viele Arterien zum Kern des Seitenstranges (*Anl* = Art. nucl. later.). Endlich erhalten noch das Tubercul. Rolando oder die Subst. gelat. Rolando (*AsR*), der Kern des Keil- (*Anc*) und der des zarten Stranges (*Ang*) ihre besonderen Zuflüsse.

Neben diesen Zuflüssen muss noch einiger centrifugaler Gefässchen Erwähnung geschehen, die aus der Tiefe des vorderen Abschnittes der centralen gelatinösen Substanz hervorkommen und in leichter Krümmung nach unten und aussen gerade in die graue Substanz der Vorderhörner verlaufen (*Acc* = Aa. centrales columnar. anter.).

2. Am Anfang der inneren Nebenolive. (Fig. 2.).

Die Formationen der grauen Substanz, nach denen sich der arterielle Zufluss überall richtet, ändern sich hier gegen den vorigen Schnitt nur darin, dass in demselben der untere (oder vordere) Abschnitt der inneren Nebenolive (*No*) auftritt. Dem entsprechend gleicht das Gros der seitlichen Gefässe auf dieser Höhe genau der bereits beschriebenen Gefässanordnung in den Seitenabschnitten an der Pyramidenkreuzung. Nur kommen die Arterien für den bezeichneten Abschnitt der inneren Nebenolive.

Diese Arterien (*Ano*), eine bis drei an der Zahl, treten regelmässig an der äusseren Grenze der Pyramide zwischen ihr und der beginnenden Olive ein und verlaufen in einem sanften Fermatenbogen zwischen

Pyramide und Seitenstrang bis an den Ort ihrer Bestimmung, zur inneren Nebenolive und gehen hier in dem dichten Capillarnetz derselben auf.

3. Am Nucleus arciformis. (Fig. 3.)

Hier sind vor Allem zwei neue seitliche Zuflüsse zu erwähnen.

1. Der untere Abschnitt der inneren Nebenolive (*No*) zeigt hier drei für sich bestehende Abtheilungen. Von diesen erhält die innerste, wie bereits erwähnt, die wichtigsten Zuflüsse (*soi*) von der A. sulci, während die mittlere und die äussere Abtheilung jedes ein besonderes Stämmchen auf demselben Wege erhält, auf welchem die ersten Zuflüsse zum oberen (oder hinteren) Abschnitt der inneren Nebenolive (vergl. *Ano* Fig. 2) gelangen.

2. Auch der Nucleus arciformis erhält einen neuen seitlichen Zufluss (*Anl — A.* nucl. arcif. lateral.). Derselbe tritt an derjenigen Stelle in den Nucl. arcif. ein, an welcher die Zuflüsse für die innere Nebenolive in die Substanz des verlängerten Markes eindringen, nur das letztere an der inneren, ersterer an der äusseren Grenze der Pyramide verlaufen.

Im Übrigen gleichen die seitlichen Zuflüsse auf dieser Höhe denen der tiefer gelegenen Stellen und unterscheiden sich von diesen nur durch ihren grösseren Reichthum und ihre grössere Stärke.

So erhält vor allem die innere Nebenolive (oberer Abschnitt), die Substanz der grauen Vordersäulen und des Seitenstrangkernes seitliche Zuflüsse (*Aea*), deren Grösse derjenigen der stärksten Arterien dieses Gebietes gleichkommt. Nicht minder stark und mächtig sind auf dieser Höhe auch die Arterien des Roland'schen Wulstes, des Keil- und des zarten Stranges (*AsR*, *Anc*, *Ang*).

4. Am Anfang der Olive. (Fig. 4.)

Mit der Olive treten an dieser Stelle auch seitliche Zuflüsse (*Aol* = Art. oliv. lateral.) für dieselbe auf.

Die Zahl der seitlichen Zuflüsse zur Olive, sowie die Stelle ihres Eintrittes in dieselbe wechselt. Doch besitzt gewöhnlich sowohl der Verlauf dieser Zuflüsse, wie die Art ihres Zerfalles in Zweige und die Entstehung der Capillaren aus letzteren etwas ausserordentlich Malerisches und fesselt durch ihre Schönheit das Auge in ungewöhnlicher Weise.

Da alle diese Verhältnisse noch viel prägnanter dort zum Ausdruck kommen, wo die Olive schon voll entwickelt ist, so will ich die Beschreibung derselben an der betreffenden Stelle geben und hier nur erwähnen, dass die sonstigen seitlichen Zuflüsse an dieser Stelle denen im Wesentlichen entsprechen, welche wir bereits auf der Höhe des Nucleus arciformis kennen gelernt haben, und dass letztere hier noch durch diejenigen Zuflüsse ergänzt werden, welche auch die niedriger gelegenen Abschnitte des verlängerten Markes (Fig. 2 u. 3) besitzen.

Wir finden also auch hier vor: Eine Arterie für den Nucl. arcif. (*Anal*), für den Kern des Seitenstranges (*Anl*), für das Seitenhorn (*Acl*), für das Hinterhorn (*Acp*), für den Kern des Keil- (*Anc*) und für den des zarten Stranges (*Ang*). Der vorige erhält auch aus der Tiefe einige centrifugale Astchen (*Acc*).

5. In der Mitte des vierten Ventrikels und am Olivenkern. (Fig. 5.)

Hier erreichen die seitlichen Zuflüsse ihre grösste Entwickelung. Und unter ihnen ragt durch seine Mächtigkeit hervor, 1. das Gefässnetz der Olive und 2. die Arterien für die Kerne der drei letzten Gehirnnerven: Glossopharyngeus, Vagus und Hypoglossus.

1. Die seitlichen Zuflüsse zur Olive (*Aol*) bilden eine Art Kranz um die letztere, während der schon beschriebene innere Zufluss von der A. sulci (*Aso*) ungefähr einen Stiel darstellt, um welchen herum sich die Olive mit ihren Schlängelungen wie der gezackte Rand eines Blattes um die mittlere Rippe rankt.

Unter den seitlichen Zuflüssen zur Olive sind drei Kategorien scharf zu unterscheiden. Von oben her (*Aols*) sendet ein leicht geschwungenes Stämmchen Zweige an die Olive, die nach kurzem Verlauf sich schirmartig ausbreiten und mit ihrer Concavität einzelne Wülste der Olivenschlängelungen umspannen.

Andere Zweige gehen direct in das Innere der einzelnen nach aussen sich öffnenden Falten der Olivenwülste. (Vergl. die Details der Zeichnung Fig. 5.)

In den mittleren Abschnitt der Olive dringen Stämmchen (*Aolm*) von kurzem Verlauf ein, die sich ähnlich verzweigen, wie die oberen Zuflüsse.

Von unten her (*Aoli*) ziehen zur Olive die Gefässchen in zweifacher Richtung. Entweder längs der Grenze zwischen Pyramide und Olive (*Aoli*) oder quer durch die Substanz des Pyramidenstranges ($Aoli_1$) in gerader Richtung nach oben.

Sehr eigenthümlich ist das Capillarnetz, das aus allen diesen Zuflüssen in der Olive selbst entsteht. Es bildet sehr reguläre, längliche, ungefähr bisquitförmig gestaltete Maschen, die alle zum Rande der Olivenschlängelungen quergestellt sind.

2. Die Arterien für die drei letzten Gehirnnerven, Glossopharyngeus (*Gl*), Vagus (*Va*) und Hypoglossus (*H*) sind sehr starke Gefässe, die alle in den Winkel eintreten, welchen Corpus restiforme (*Cr*) und Olive (*O*) mit einander bilden (*Aro* — Angulus restiformio-olivaris).

Auf engem Raum dringen hier sechs bis zehn Arterien (*An* = Arteriae nucleariae) in die Substanz des verlängerten Markes ein und ziehen zu einander parallel in der Richtung nach der Mitte des Bodens des vierten Ventrikels. Es entspricht dieser Verlauf demjenigen der Wurzelfasern des N. glossopharyngeus (IX) und der Richtung zu den Kernen des N. hypoglossus (*H*), glossopharyngeus (*Gl*) und vagus (*Va*).

Im Gebiet dieser Kerne zerfallen die genannten Arterien in Capillaren. Sie sind also zweifellos die Hauptzuflüsse für dieselben, somit Kernarterien für die genannten drei so wichtigen Nerven.

Oberhalb des Angulus restiformio-olivaris (*Aro*) treten nur noch kleine Stämmchen in die Substanz des Corp. restiforme ein.

Sie fliessen alle in radiärer Richtung und versorgen ein reiches Capillarnetz mit Blut, das die in dieser Gegend zerklüftete graue Substanz durchsetzt, den vorderen Vaguskern (X) versorgt und namentlich auch das bekannte hier vorhandene Längsbündel (*Lb*) weisser Substanz (Krause's Respirationsbündel) dicht einschliesst.

Von der Stelle ab, wo der Boden des vierten Ventrikels mit dessen Seitenwand zusammenstösst, wo an der vorderen Grenze des unteren Bulbus die erste Überwölbung für den vierten Ventrikel in Gestalt des Ponticulus (*Po*) oder des Velum medullare posticum hervorgeht, hören alle peripheren Zuflüsse zur grauen Substanz auf.

Von hier ab kommen vielmehr nur noch kleinere Gefässchen (*Vn* = Vasula nuclearia) unterhalb des Bodens des IV. Ventrikels aus der Substanz des centralen Höhlengraues hervor und fliessen radiär in der Richtung nach abwärts, um an den Capillarnetzen für die beiden Kerne des N. acusticus (*Ac*), aber auch für die des N. vagus (hinterer Kern *Va*), glossopharyngeus und hypoglossus ihrerseits Theil zu nehmen.

Schluss.

Die Arterien des verlängerten Markes auf Längsschnitten.

Zur Vervollständigung der eben geschilderten Vascularisationsverhältnisse des verlängerten Markes füge ich an die Resultate, zu welchen uns das Studium der Gefässe auf Querschnitten geführt hat, diejenigen hinzu, welche uns injicirte Längsschnitte des verlängerten Markes gewähren.

Da die Längsschnitte im Wesentlichen das bereits gewonnene Detail, nur in anderer Form, wiedergeben, es aber wenig vermehren, so können wir uns mit der Darstellung des Verhaltens der Arterien auf Längsschnitten des verlängerten Markes kurz fassen.

Es genügen im Ganzen drei Längsschnitte durch das verlängerte Mark, um das angeführte Ziel zu erreichen, ein Längsschnitt durch die Mitte, ein solcher durch die Oliven und ein Schnitt längs der Corpora restiformia.

1. Längsschnitt durch die Mitte. (Fig. 6.)

In ihm kommen vor Allem die Aa. sulci (*S*) des verlängerten Markes in ihrer Gesammtheit zum Vorschein. Sie bilden, wie uns die Querschnitte gelehrt haben, thatsächlich eine continuirliche Reihe schlanker, neben einander verlaufenden Gefässchen, die von der Pyramidenkreuzung (*Pyk*) bis an die Brücke (*Br*) heran continuirlich wachsen.

Aber erst der Längsschnitt gibt uns über die Verlaufsrichtung der Sprossen dieser Gefässleiter genauere Informationen. Er zeigt uns den in der sagittalen Richtung bogenförmigen Verlauf der Sulcus-Arterien im Bereich der Pyramidenkreuzung und bestätigt somit die Vermuthung, die bezüglich dieses Verlaufes bereits die Querschnitte angeregt haben. Er zeigt uns ferner, wie sich jenseits der Pyramidenkreuzung vom Beginn der Schleife (*Schl*) ab die gebogenen Sulcus-Arterien immer mehr und mehr strecken und schliesslich ziemlich vertical die Sagittalebene des verlängerten Markes durchschneiden, bis sie an die Brücke treten, wo ähnlich verlaufende Gefässchen gleichsam die Fortsetzung der Gefässleiter bilden. Und endlich lässt uns der Längsschnitt erkennen, wie die Sulcus-Arterien als Gefässchen der Raphe besonders im Gebiet der Olivenzwischenschicht (*Oz*) Zweige entsenden, die gleich nach ihrem Ursprung rankenartig an ihren Stämmchen herabfallen, und endlich selbst gleich nach dem Eintritt in die graue Substanz (*gS*) sowohl der geschlossenen des Rückenmarkes, als derjenigen der Rautengrube (*Rg*) in der von mir so oft schon geschilderten Weise in Capillaren zerfallen.

Ausser den Aa. sulci zeigt uns der Längsschnitt noch das wunderbare Capillarnetz der Brücke, das zu schildern ich mir hier versagen muss, die Capillaren der grauen Substanz (*gS*), an deren Bildung sich neben den Aa. sulci auch noch die Aa. fissurae betheiligen und endlich noch die Stämmchen der Aa. fissurae (*F*), wie sie einerseits durch die Raphe der Hinterstränge (*Hs*) verlaufen und anderseits als rudimentäre Gefässchen (F_1) unter dem Boden der Rautengrube den Sulcus-Arterien entgegenströmen.

2. Längsschnitt durch die Mitte der Olive. (Fig. 7.)

Der Längsschnitt durch die Olive bietet vor Allem das prachtvolle Bild des bereits geschilderten Capillarkranzes der längsdurchschnittenen Olive (*O*) mit einem Theil seiner Zuflüsse. Zwischen Olive und Brücke, dessen schimmerndes Capillarnetz in Bezug auf die Pracht seiner Formen seines Gleichen sucht, tritt oder treten durch einen hier die genannten Theile trennenden Spalt Ein oder mehrere Gefässstämmchen (*Au*) ein, die sich fächerartig zwischen Olive und Brücke verzweigen und in frontalen Ebenen verlaufen. Sie erscheinen deshalb auf dem Längsschnitt in divergirenden Bruchstücken. Es handelt sich hier offenbar um Analoga jener Nervenkern-Arterien (*Au*), die wir auf dem Querschnitt aus der Mitte des vierten Ventrikels (Fig. 5) zwischen Olivenkern und Corpus restiforme haben verlaufen sehen. Bruchstücke dieser letzteren bilden um den oberen Rand der Olive einen deutlichen Kranz, ebenso wie die quer durchschnittenen unteren Seitenzuflüsse zur Olive (*Aoli*) letztere längs des unteren Randes umsäumen.

3. Längsschnitt durch den Strickkörper. (Fig. 8.)

Das Innere der Strickkörper (*Cr*) bildet ein an die Zeichnung des Marmors erinnerndes Geäder weisser und grauer Substanz, von denen die letztere gleichzeitig Sitz eines ebenso reichen, als vollständigen Capillarnetzes ist. Dasselbe wird von Gefässstämmchen gespeist, welche auf dem Längsschnitt in kurzen und längs gestellten Bruchstücken erscheinen, die also in der Längsrichtung verlaufende Zweige jener radiär durch die Strickkörper sich hinziehenden Arterien sein müssen, welche wir früher als Vasula nuclearia (*Vn* Fig. 5) kennen gelernt haben.

Die Strömungsgebiete des verlängerten Markes.

Aus vorstehenden Untersuchungen ergeben sich für den unteren Bulbus folgende Strömungsgebiete:

Die Aa. sulci versorgen vor Allem: Die Bahnen der Pyramiden, die Pyramidenkreuzung, die Schleife, die Olivenzwischenschicht, die Raphe und folgende Kerne: Graue Vordersäulen, innere Nebenolive, Nucleus arciformis, Olive und Hypoglossus.

Die Aa. fissurae ernähren: Die Substanz der Hinterstränge, den Nucleus gracilis, den Kern des Accessorius und nebenbei den des Hypoglossus.

Die Aa. nucleariae strömen vor Allem zu den Kernen des Glossopharyngeus und Vagus und nebenbei auch Hypoglossus.

Die Vasa nuclearia dienen den Kernen des Acusticus.

Folgende seitlichen Zuflüsse gehen an die gleichnamigen grauen Massen: Aa. columnarum anteriar., nuclei later., cornu lateral., capitis posterior. aut substantiae gelatinosae Rolando, nuclei cuneati, nuclei gracilis, nuclei arciformis und die Arterien der inneren Nebenolive und die der Olive selbst.

Die Kenntniss dieser Strömungsgebiete wird in gegebenen Krankheitsfällen schärfere Localdiagnosen am Bulbus gestatten.

Inhalt.

Seite

Einleitung . . . 481
Geschichtliches . . . 481
Die Arterien des verlängerten Markes . . . 482
I. Das äussere Gefässnetz . . . 482
A. Vordere Fläche des verlängerten Markes . . . 483
B. Hintere Fläche desselben . . . 483
II. Die innere Vascularisation . . . 484
A. Allgemeines Verhalten der Gefässe . . . 484
B. Specielles Verhalten derselben . . . 484
a) A. Sulci . . . 485
1. An der Pyramidenkreuzung (Fig. 1) . . . 485
2. Am Anfang der inneren Nebenolive (Fig. 2) . . . 486
3. Am Nucleus arciformis (Fig. 3) . . . 486
4. Am Anfang der Olive (Fig. 4) . . . 487
5. In der Mitte des vierten Ventrikels und am Olivenkern (Fig. 5) . . . 487
b) A. fissurae . . . 488
c) Die seitlichen Zuflüsse . . . 489
Schluss . . . 491
Die Arterien des verlängerten Markes auf Längsschnitten . . . 491
1. Längsschnitt durch die Mitte (Fig. 6) . . . 492
2. Längsschnitt durch die Olive (Fig. 7) . . . 492
3. Längsschnitt durch den Strickkörper (Fig. 8) . . . 492
Die Strömungsgebiete des verlängerten Markes . . . 492

Erklärung der Tafeln.

Nachfolgende Abbildungen sind die naturgetreue Wiedergabe von Präparaten im vergrösserten Maassstabe, Fig. 1 bis incl. 5 in sechsfacher, Fig. 6 bis incl. 8 in dreifacher linearer Vergrösserung. Die Präparate wurden beim Überreichen der Arbeit an die Akademie und auf dem internationalen medicinischen Congress zu Berlin (1890) in der physiologischen Section von Seiten des Verfassers demonstrirt. Die Injectionen sind von der A. basilaris aus ausgeführt worden. — Fig. 1—5 Querschnitte, Fig. 5—7 Längsschnitte.

FIGUR 1.

An der Pyramidenkreuzung.

Hs — Hinterstrang.
Ng — Nucleus gracilis
Nc — Nucleus cuneatus.
Sgc — Substantia gelatinosa centralis.
Ccp — Caput cornu posterioris aut Tuberculum Rolando.
XII — Hypoglossus-Wurzel.
Vr — Vorderstrangreste.
Pck — Pyramidenkreuzungswulst.
Py — Pyramide.
g — Grenze zwischen *Py* und *Vr*.
S — A. sulci.
Sa — A. sulci höherer Schichten.
Acc — Aa. centrales cornuum anteriorum.
Aca — Aa. cornu anterioris
Anl — A. nuclei lateralis.
AsR — A. tuberculi Rolando.
Anc — A. nuclei cuneati.
Ang — Aa. nuclei gracilis.
F — A. fissurae.

FIGUR 2.

Am Anfang der inneren Nebenolive.

Hs — Hinterstrang.
Ng — Nucleus gracilis.
Nc — Nucleus cuneatus.
Sgc — Substantia gelatinosa centralis.
No — Innere Nebenolive.
Py — Pyramide.
Schl — Schleife.
S — A. sulci.
s u. s_1 — Zweige der A. sulci, die die Schleife einschliessen.
Ano — Aa. der inneren Nebenolive.
Aca — A. cornu anterioris.
Anl — Aa. nuclei lateralis.
AsR — A. tuberculi Rolando.
Anc — A. nuclei cuneati.
Ang — A. nuclei gracilis.

FIGUR 3.

Am Nucleus arciformis.

Hs — Hinterstrang.
Ng — Nucleus gracilis.
A — Accessorius-Kern.
Sgc — Substantia gelatinosa centralis.
Nc — Nucleus cuneatus.
H — Hypoglossus-Kern.
Fa — Fibrae arciformes.
Ccp — Caput cornu posterioris.
Ca — Columna anterior.
Ozs — Olivenzwischenschicht.
No — Innere Nebenolive.
Na — Nucleus arciformis.

Py — Pyramide.
R — Raphe.

S — A. sulci.
sa — Zweig der A. sulci zum Nucleus arciformis.
spy — Zuflüsse der A. sulci zur Pyramide.
soi „ „ „ „ zum inneren Abschnitt der inneren Nebenolive.
sf — Zweige der A. sulci, welche aus dem Vortex derselben entspringen und die Raphe amphorenartig umgeben.

Anal — A. nuclei arciformis lateralis.
Aool — Aa. der inneren Nebenolive, und zwar *i* für den äusseren und *m* für den mittleren Abschnitt derselben.
Azs — Zuflüsse der A. sulci zur Olivenzwischenschicht.
Aca — Aa. columnae anteriores.
ARR — A. tuberculi Rolando.
Anc — A. nuclei cuneati.
Ang — A. nuclei gracilis.
F — A. fissurae mit ihren Zuflüssen zu *Hs* (Hinterstrang) und *Ng* (Nucleus gracilis).

FIGUR 4.

Am Anfang der Olive.

C — Canalis centralis.
Ng — Nucleus gracilis.
Nc — Nucleus cuneatus.
Ccp — Caput cornu posterioris.
H — Hypoglossus-Kern.
Cl — Cornu laterale.
Nl — Nucleus lateralis.
O — Olive.
Py — Pyramide.
No — Innere Nebenolive.
Na — Nucleus arciformis.
Ozs — Olivenzwischenschicht.
R — Raphe.

S — A. sulci.
sna — Zweig der A. sulci zum Nucleus arciformis.
spy — Zuflüsse der A. sulci zur Pyramide.
soo — „ „ „ „ „ inneren Nebenolive.
szs — „ „ „ „ „ Olivenzwischenschicht
Anal — A. nuclei arciformis lateralis.
Aol — A. Olivae lateralis.
Anl — A. nuclei lateralis.
Acl — A. cornu lateralis.
Acp — A. columnae posteriores.
Anc — A. nuclei cuneati.
Acc — Aa. nuclei cuneati centrales.
Ang — A. nuclei gracilis.
F — A. fissurae.

FIGUR 5.

In der Mitte des vierten Ventrikels und am Olivenkern.

H — Hypoglossus-Kern.
Va — Hinterer Vagus-Kern.
Po — Ponticulus (velum medullare posticum).
Gl — Glossopharyngeus-Kern.
Ac — Acusticus-Kern.
Lb — Längsbündel (Krause's Respirationsbündel).
Cr — Corpus restiforme.
X — Vorderer Vagus-Kern.
IX — Glossopharyngeus-Wurzel.
Aro — Angulus restiformio-olivaris.
O — Olive.
No — Innere Nebenolive.
Ozs — Olivenzwischenschicht.
Py — Pyramide.
Na — Nucleus arciformis.

S — A. sulci.
Sec — Zuflüsse zu äusseren nesterartigen Capillarknäueln der A. sulci.
Sci — Zuflüsse zu inneren nesterartigen Capillarknäueln der A. sulci.
$Aoli_1$ — A. olivae lateralis inferior.
Iso — Ramus olivaris arteriae sulci.
Aoli — Aa. olivae inferiores.
Aolm — A. olivae lateralis media.
Aols — „ „ „ superior.
An — Aa. nuclearіae (n. glossopharyngeus, vagus, hypoglossus).
Vn — Vasa nuclearia (n. glossopharyngeus, acusticus).
F — A. fissurae.

FIGUR 6.

Längsschnitt durch die Mitte des verlängerten Markes.

Rg — Rautengrube.
Hs — Hinterstrang.
gS — Graue Substanz.
Pyk — Pyramidenkreuzung.
Schl — Schleife.
Ozs — Olivenzwischenschicht.
Br — Anfang der Brücke.

S — Aa. sulci.
F u. F_1 — Aa. fissurae.

FIGUR 7.

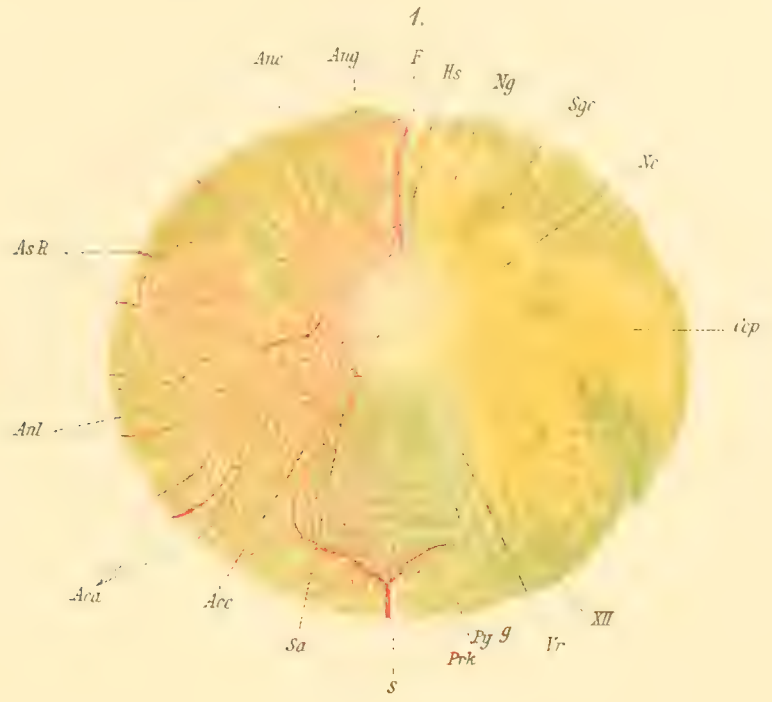
Längsschnitt durch die Olive.

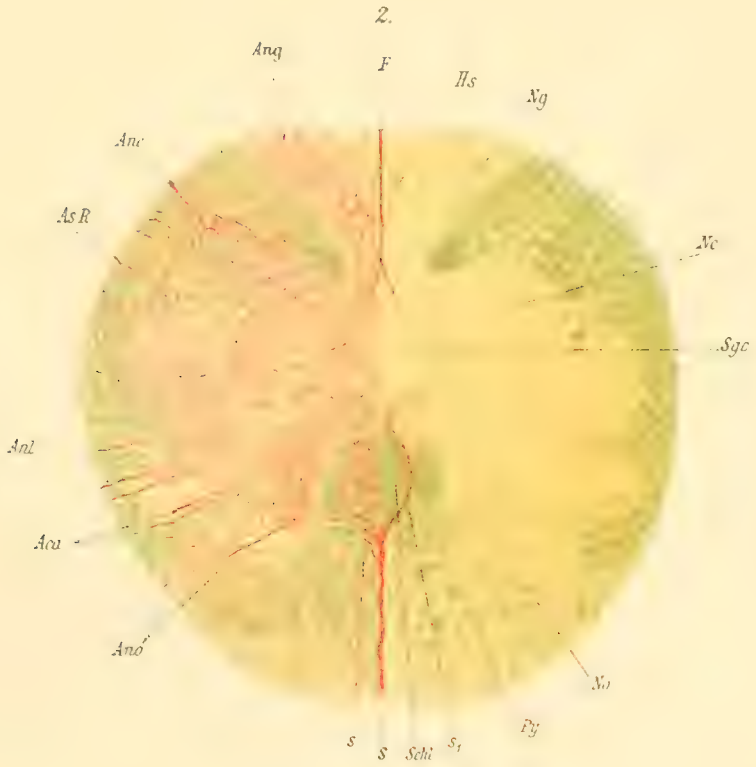
O — Olive.
Br — Brücke.
Aoli — Aa. olivae laterales inferiores.
An — Aa. nucleariae.

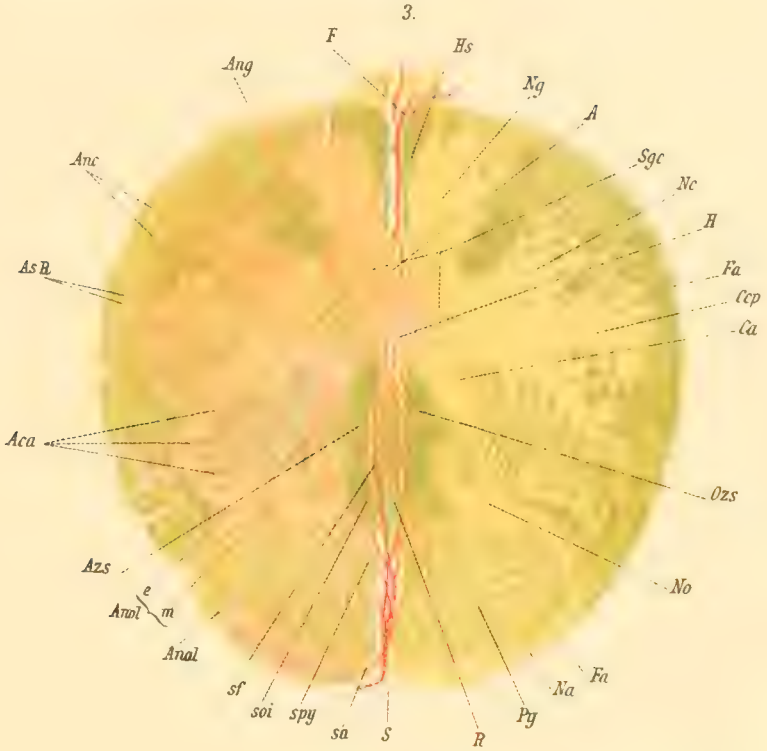
FIGUR 8.

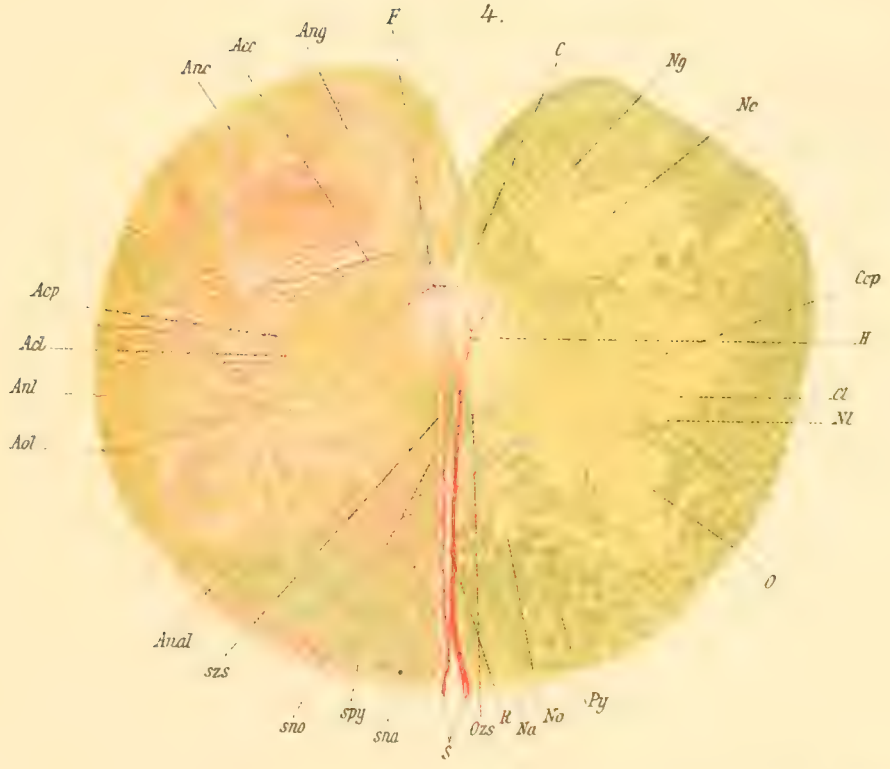
Längsschnitt durch das Corpus restiforme.

Cr — Corpus restiforme.
Br — Brücke.
Vn — Vasa nuclearia.


1.
Anc
Anq
F
Hs
Ng
Sgc
Nc
AsR
icp
Anl
Aca
Acc
Sa
Py
g
XII
Vr
Prk
s


2.
Anq
F
Hs
Ng
Anc
AsR
Nc
Sgc
Anl
Aca
Ano
No
Py
s
s
Schl
s1


3.
F
Hs
Ang
Ng
A
Anc
Sgc
Nc
H
As R
Fa
Ccp
Ca
Aca
Ozs
Azs
No
e
Anol
m
Anal
sf
soi
spy
sa
S
R
Py
Na
Fa


4.
F
Ang
Acc
Anc
C
Ng
Nc
Acp
Ccp
Acl
H
Anl
Cl
Nl
Aol
O
Anal
szs
spy
sno
sna
S
Ozs
R
Na
No
Py

7.
O
Aoli
An
Vn
Br
8.
Vn
Gr
5.
F
H
Po
Gl
Ac
Lb
Va
Cr
Br
X
IX
Aro
An
Aols
Aolm
Aoli
O
Rj
Aso
Sci
Aoli
Sce
S
Py
Na
Ozs
No
F
6.
Hs
gS
Pk
Schl
S
Ozs
Br

ZAHLENTHEORETISCHE SÄTZE

VON

LEOPOLD GEGENBAUER,

C. M. K. AKAD.

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. APRIL 1890.

Ich werde im ersten Abschnitte der vorliegenden Mittheilung eine Reihe von Sätzen ermitteln, welche sich auf solche ganze Zahlen oder Divisoren einer ganzen Zahl beziehen, die zu einer gegebenen ganzen Zahl theilerfremd sind und überdies eine vorgeschriebene Eigenschaft besitzen, und eine neue Herleitung des asymptotischen Ausdruckes für die Anzahl der Lösungen der Congruenz zweiten Grades $x^2 \equiv D \pmod{4n}$ ($D \equiv 0, 1 \pmod 4$), sowie für die Anzahl der Darstellungen einer ganzen Zahl durch das System der quadratischen Formen einer Fundamentaldiscriminante angeben, sodann im zweiten Abschnitte mehrere Relationen, asymptotische Gesetze und Theoreme aus der Theorie des grössten gemeinsamen Theilers im Allgemeinen und für das Gebiet der aus den vierten Einheitswurzeln gebildeten complexen Zahlen im Besonderen beweisen, endlich im dritten Abschnitte einen von Herrn A. Schönflies durch geometrische Betrachtungen gewonnenen zahlentheoretischen Satz über ein System von gewissen ganzen Zahlen auf rein arithmetischem Wege ableiten und vervollständigen und schliesslich auf Grund einer bekannten Formel aus der Theorie der binären quadratischen Formen aus der Definition eines bestimmten Integrales eine allgemeine Integralrelation nebst einigen besonders interessanten speciellen Fällen derselben herleiten.

1. Ist

$$m = p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \cdots p_\sigma^{\alpha_\sigma}$$

und die über alle Theiler d_r der ganzen Zahl n, deren complementärer Divisor eine r^{te} Potenz ist, erstreckte Summe

$$1) \qquad \sum_{d_r} f_1(d_r) \left(\frac{m^2}{\sqrt[r]{\frac{n}{d_r}}} \right) f\left(\sqrt[r]{\frac{n}{d_r}} \right) = F(n)$$

so besitzt in dem Ausdrucke

$$\sum_{x=1}^{x=n} F(x)$$

das Glied $\binom{m^2}{y} f(y)$ offenbar den Factor

$$\sum_{z=1}^{\left[\frac{n}{y^r}\right]} f_1(z) = F_1\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right)$$

und man hat daher die Gleichung

2) $$\sum_{x=1}^{x=n} F(x) = \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} F_1\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right)\binom{m^2}{y} f(y).$$

Aus dieser Formel folgt eine Reihe von interessanten Theoremen, von denen nun mehrere aufgestellt werden sollen.

α) Es sei zunächst

$$f_1(x) = \binom{m^2}{x},$$

dann sind

$$\sum_{d_r} f_1(d_r)\binom{m^2}{\sqrt[r]{n}}{\sqrt[r]{\frac{n}{d_r}}} f\left(\sqrt[r]{\frac{n}{d_r}}\right) = \binom{m^2}{n}\sum_{d_r} f\left(\sqrt[r]{\frac{n}{d_r}}\right) = \binom{m^2}{n} F_2(n)$$

und es ist $F_1\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right)$ gleich der Anzahl derjenigen ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots \left[\frac{n}{y}\right]$, welche zu m theilerfremd sind. Nun ist aber bekanntlich die Anzahl dieser Zahlen gleich der über alle Theiler d der ganzen Zahl m ausgedehnten Summe

$$\sum_d \left[\frac{n}{y^r d}\right]\mu(d) = \frac{n}{y^r}\sum_d \frac{\mu(d)}{d} - \sum_d \varepsilon_d \mu(d)$$

$$= \frac{n}{y^r}\prod_1^\sigma\left(1 - \frac{1}{p_\nu}\right) - \sum_d \varepsilon_d \mu(d)$$

und demnach ist

3) $$\sum_{x=1}^{x=n}\binom{m^2}{x} F_2(x) = n\prod_1^\sigma\left(1 - \frac{1}{p_\nu}\right)\sum_{y=1}^{y=\infty}\binom{m^2}{y}\frac{f(y)}{y^r} + \Delta_1$$

wo

$$\Delta_1 = -n\prod_1^\sigma\left(1 - \frac{1}{p_\nu}\right)\sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty}\binom{m^2}{y}\frac{f(y)}{y^r} + \sum_d \varepsilon_d \mu(d)\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{d}}\right]}\binom{m^2}{y} f(y)$$

gesetzt wurde. Die auf der rechten Seite der letzten Gleichung stehende Summe

$$\sum_d \varepsilon_d \mu(d)$$

ist offenbar dem absoluten Betrage nach kleiner, als die Anzahl $\psi_0(m)$ derjenigen Theiler der ganzen Zahl m, welche durch kein Quadrat (ausser 1) theilbar sind.

Setzt man in der Gleichung 3) speciell

$$f(x) = \mu(x),$$

so wird

$$F_2(x) = \mu_r(x)$$

$$\sum_{y=1}^{y=\infty} \binom{m^2}{y} \frac{f(y)}{y^r} = \sum_{y=1}^{y=\infty} \binom{m^2}{y} \frac{\mu(y)}{y^r}$$

$$= \frac{\prod_p \left(1 - \frac{1}{p^r}\right)}{\prod_p \left(1 - \frac{1}{p_\lambda^r}\right)} = \frac{1}{\zeta(r) \prod_\lambda \left(1 - \frac{1}{p_\lambda^r}\right)}$$

wo das auf p bezügliche Product im Zähler über alle Primzahlen zu erstrecken ist, und daher hat man die Formel

$$\sum_{x=1}^{x=n} \binom{m^2}{x} \mu_r(x) = \frac{n}{\zeta(r)} \prod_\lambda \frac{1 - \frac{1}{p_\lambda}}{1 - \frac{1}{p_\lambda^r}} + \Delta_2$$

$$\Delta_2 = -\left\{ n \prod_\lambda \left(1 - \frac{1}{p_\lambda}\right) \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \binom{m^2}{y} \frac{\mu(y)}{y^r} + \sum_d \varepsilon_d \mu(d) \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \binom{m^2}{y} \mu(y) \right\}.$$

Nun ist

$$\left| \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \binom{m^2}{y} \frac{\mu(y)}{y^r} \right| < \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \frac{1}{y^r} < \frac{\zeta(r)}{n^{1-\frac{1}{r}}}$$

$$\left| \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \binom{m^2}{y} \mu(y) \right| < \frac{6\, n^{\frac{1}{r}}}{\pi^2}$$

und demnach wird

$$\sum_{x=1}^{x=n} \binom{m^2}{x} \mu_r(x) = \frac{n}{\zeta(r)} \prod_\lambda \frac{1 - \frac{1}{p_\lambda}}{1 - \frac{1}{p_\lambda^r}} + A_1 n^{\frac{1}{r}}$$

wo A_1 eine für alle Werthe von n endliche Zahl bezeichnet.

Den speciellen Fall $r = 2$ dieser Formel hat Herr Alexander Berger in seiner interessanten Abhandlung „Om rötternas antal till kongruenser af andra graden“ [1] gefunden.

Aus dieser Formel ergeben sich die Theoreme:

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebige ganze Zahl zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\lambda$ theilerfremd und durch keine r-te Potenz (ausser 1) theilbar ist, beträgt im Mittel $\frac{1}{\zeta(r)} \prod_\lambda \frac{1 - \frac{1}{p_\lambda}}{1 - \frac{1}{p_\lambda^r}}$.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebige ganze Zahl weder durch eine der Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\lambda$ noch durch eine $(2r)$te Potenz (ausser 1) theilbar ist, beträgt im Mittel $\frac{2\Gamma(2r+1)}{(2\pi)^{2r} B_r} \prod_\lambda \frac{1 - \frac{1}{p_\lambda}}{1 - \frac{1}{p_\lambda^{2r}}}$.

[1] Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar. 44. Årgången. År 1887. Stockholm. S. 127—154.

Die Anzahl derjenigen durch keine $r$te Potenz (ausser 1) theilbaren ganzen Zahlen, welche zu einer gegebenen Primzahl p theilerfremd sind, verhält sich zur Anzahl der übrigen, wie $p^{r-1}(p-1)$ zu p^r-1.

Beiläufig $\dfrac{6}{\pi^2 \prod_1^\sigma \left(1+\frac{1}{p_\nu}\right)}$ von allen ganzen Zahlen sind weder durch eine der Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$, noch durch ein Quadrat (ausser 1) theilbar.

Ungefähr $\dfrac{90}{\pi^4 \prod_1^\sigma \left(1+\frac{1}{p_\nu}+\frac{1}{p_\nu^2}+\frac{1}{p_\nu^3}\right)}$ von allen ganzen Zahlen sind weder durch eine der Primzahlen p_1, $p_2, \ldots, p_\sigma$ noch durch ein Biquadrat (ausser 1) theilbar.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebig gezogene Zahl ungerade und durch keine $r$te Potenz (ausser 1) theilbar ist, beträgt im Mittel $\dfrac{2^{r-1}}{(2^r-1)\zeta(r)}$.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebig gezogene Zahl ungerade und ohne quadratischen Theiler ist, beträgt im Mittel $\dfrac{4}{\pi^2}$.

Es sei ferner

$$f(x) = \lambda_\rho(x),$$

dann hat $F_2(x)$ den Werth 1 oder 0, je nachdem sämmtliche Exponenten der die ganze Zahl x zusammensetzenden Primzahlpotenzen nach dem Modul $r\rho$ einer unterhalb r befindlichen ganzen Zahl congruent sind, oder nicht und es stellt daher

$$\sum_{x=1}^{x=n} \binom{m^2}{x} F_2(x)$$

in diesem Falle die Anzahl $A(n, m)$ derjenigen zu m theilerfremden ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots n$ dar, bei deren Darstellung durch ein Product von Primzahlpotenzen kein Exponent nach dem Modul $r\rho$ grösser als $r-1$ ist. Da ferner

$$\sum_{y=1}^{y=\infty} \binom{m^2}{y} \frac{\lambda_\rho(y)}{y^r} = \prod_1^\sigma \frac{1-\frac{1}{p_\nu^{r\rho}}}{1-\frac{1}{p_\nu^r}} \prod_\nu \frac{1-\frac{1}{p^r}}{1-\frac{1}{p^{r\rho}}}$$

$$= \frac{\zeta(\rho r)}{\zeta(r)} \prod_1^\sigma \frac{1-\frac{1}{p_\nu^{r\rho}}}{1-\frac{1}{p_\nu^r}}$$

$$\left| \sum_{y=[\sqrt[r]{n}]+1}^{y=\infty} \binom{m^2}{y} \frac{\lambda_\rho(y)}{y^r} \right| < \frac{\zeta(r)}{n^{1-\frac{1}{r}}}$$

$$\left| \sum_{y=1}^{y=[\sqrt[r]{n}]} \binom{m^2}{y} \lambda_\rho(y) \right| < n^{\frac{1}{r}}$$

ist, so erhält man die Relation

$$A(n, m) = \frac{n\zeta(r\rho)}{\zeta(r)} \prod_1^\sigma \frac{\left(1-\frac{1}{p_\lambda}\right)\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{r\rho}}\right)}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} + A_2 n^{\frac{1}{r}}$$

wo A_2 für keinen Werth von n eine bestimmte endliche Zahl übersteigen kann.

Diese Gleichung liefert die Theoreme:

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebige ganze Zahl zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_s$ theilerfremd ist und dass bei ihrer Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul $r\varrho$ einer ganzen Zahl unterhalb r congruent sind, beträgt im Mittel $\frac{\zeta(r\varrho)}{\zeta(r)} \prod_1^s \frac{\left(1-\frac{1}{p_i}\right)\left(1-\frac{1}{p_i^{r\varrho}}\right)}{1-\frac{1}{p_i^r}}$.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebige ganze Zahl durch keine der Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_s$ theilbar ist, und dass bei ihrer Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul $2r\varrho$ einer ganzen Zahl unterhalb r congruent sind, beträgt im Mittel

$$\frac{(2\pi)^{2r\varrho} B_{r\varrho}}{2\Gamma(2r\varrho+1)\,\zeta(r)} \prod_1^s \frac{\left(1-\frac{1}{p_i}\right)\left(1-\frac{1}{p_i^{2r\varrho}}\right)}{1-\frac{1}{p_i^r}}.$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine beliebige ganze Zahl durch keine der Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_s$ theilbar ist, und dass bei ihrer Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul $2r\varrho$ einer ganzen Zahl unterhalb $2r$ congruent sind, beträgt im Mittel

$$\frac{(2\pi)^{2r(\varrho-1)}\,\Gamma(2r+1)\,B_{r\varrho}}{\Gamma(2r\varrho+1)\,B_r} \prod_1^s \frac{\left(1-\frac{1}{p_i}\right)\left(1-\frac{1}{p_i^{2r}}\right)}{1-\frac{1}{p_i^{2r}}}.$$

Die Anzahl der zu einer Primzahl p theilerfremden ganzen Zahlen, bei deren Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul $r\varrho$ einer Zahl unterhalb r congruent sind, verhält sich zur Anzahl der übrigen ganzen Zahlen derselben Beschaffenheit wie $p^{r\varrho+1}-p^{r\varrho}-p+1$ zu $p^{r\varrho}+p-p^{r(\varrho-1)+1}-1$.

Unter den ganzen Zahlen von $1\ldots n$, bei deren Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul 4 einer Zahl unterhalb 2 congruent sind, gibt es im Mittel $\frac{\pi^2}{24}\,n$ ungerade und $\frac{\pi^2}{40}\,n$ gerade Zahlen.

Unter den ganzen Zahlen des Intervalles $1\ldots n$, bei deren Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul 6 einer der Zahlen 1 oder 0 congruent sind, gibt es im Mittel $\frac{21\pi^4}{5040}\,n$ ungerade und $\frac{11\pi^4}{5040}\,n$ gerade.

Unter den ganzen Zahlen des Intervalles $1\ldots n$, bei deren Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten auftreten, welche nach dem Modul 8 einer der Zahlen 1 oder 0 congruent sind, gibt es im Mittel $\frac{17\pi^6}{40320}\,n$ ungerade und $\frac{43\pi^6}{201600}\,n$ gerade.

Unter den ganzen Zahlen des Intervalles $1\ldots n$, bei deren Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $12s$ oder $12s+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\frac{341\pi^8 n}{7983360}$ ungerade und $\frac{171\pi^8 n}{7983360}$ gerade.

Unter den ganzen Zahlen des Intervalles $1\ldots n$, bei deren Darstellung als ein Product von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $24s$ oder $24s+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\frac{188643\pi^{10} n}{43589145600}$ ungerade und $\frac{465043\pi^{10} n}{217945728000}$ gerade.

β) Es sei ferner

$$f_1(x) = 1,$$

dann wird

$$F_1\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right) = \left[\frac{n}{y^r}\right]$$

und es stellt $F(n)$ die Summe $F_3(n)$ derjenigen Werthe vor, welche die Function $f(x)$ annimmt, wenn ihr Argument die $r$ten Wurzeln aus allen Theilern von n durchläuft, welche $r$te Potenzen und zu m theilerfremd sind. Man hat daher die Relation

4)
$$\sum_{x=1}^{x=n} F_3(x) = \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left[\frac{n}{y^r}\right] \left(\frac{m^2}{y}\right) f(y)$$

$$= \sum_{y=1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{f(y)}{y^r} + \Delta_3,$$

wo

$$\Delta_3 = -\left\{ n \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{f(y)}{y^r} + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) f(y) \right\} \qquad (0 \leqq \varepsilon_y < 1)$$

ist.

Setzt man zunächst speciell

$$f(x) = x^{-kr}, \ \mu_\tau(x) x^{-kr}$$

so wird $F_3(n)$ beziehungsweise gleich: der Summe $P'_{-k,r}(n)$ der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler der ganzen Zahl n, welche $r$te Potenzen und durch keine der Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilbar sind,
der Summe $\tau'_{-k,\tau,r}$ der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler der ganzen Zahl n, welche $r$te Potenzen und weder durch eine der Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ noch durch eine (τr)te Potenz theilbar sind,

und man hat daher die Gleichungen

$$\sum_{x=1}^{x=n} P'_{-k,r}(x) = n \sum_{y=1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{1}{y^{r(k+1)}} + \Delta'_3$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \tau'_{-k,\tau,r}(x) = n \sum_{y=1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{\mu_\tau(y)}{y^{r(k+1)}} + \Delta''_3 \qquad (r+k>0)$$

$$\Delta'_3 = -\left\{ n \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{1}{y^{r(k+1)}} + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{1}{y^{rk}} \right\}$$

$$\Delta''_3 = -\left\{ n \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{\mu_\tau(y)}{y^{r(k+1)}} + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{\mu_\tau(y)}{y^{rk}} \right\}.$$

Nun ist aber

$$\sum_{y=1}^{y=\infty}\left(\frac{m^2}{y}\right)\frac{1}{y^{r(k+1)}}=\frac{\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}\right)}{\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}\right)}$$

$$=\zeta(r[k+1])\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}\right)$$

$$\sum_{y=1}^{y=\infty}\left(\frac{m^2}{y}\right)\frac{\mu_\tau(y)}{y^{r(k+1)}}=\prod_{p}\frac{1-\frac{1}{p^{\tau r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p^{r(k+1)}}}\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{\tau r(k+1)}}}$$

$$=\frac{\zeta(r[k+1])}{\zeta(\tau r[k+1])}\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{\tau r(k+1)}}}$$

$$\left|\sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty}\left(\frac{m^2}{y}\right)\frac{\mu_\tau(y)}{y^{r(k+1)}}\right|<\sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty}\frac{1}{y^{r(k+1)}}<\frac{\zeta(r[k+1])}{n^{k+1-\frac{1}{r}}}$$

$$\left|\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\varepsilon_y\left(\frac{m^2}{y}\right)\frac{\mu_\tau(y)}{y^{r(k+1)}}\right|<\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\varepsilon_y\left(\frac{m^2}{y}\right)\frac{1}{y^{r(k+1)}}<\zeta(r[k+1])$$

und daher hat man die Relationen

$$\sum_{x=1}^{x=n}P_{k,r}(x)=n\,\zeta(r[k+1])\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}\right)+A_3n^{1-k}+B_4$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}P_{k,\tau r}(x)=\frac{n\,\zeta(r[k+1])}{\zeta(\tau r[k+1])}\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{\tau r(k+1)}}}+A_4n^{1-k}+B_3\qquad(r+k>1)$$

wo die Zahlen A_3, A_4, B_3, B_4 für jeden Werth von n endlich bleiben.

Diese Formeln liefern die Theoreme:

Die Summe der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen sind, ist im Mittel gleich $\zeta(r[k+1])\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}\right)$.

Die Summe der reciproken $(2k-1)$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen sind, ist im Mittel gleich $\frac{(2\pi)^{2r}B_r}{2\Gamma(2kr+1)}\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{2r}}\right)$.

Die Summe der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $(2r)$te Potenzen sind, ist im Mittel gleich $\frac{(2\pi)^{2r(k+1)}B_{r(k+1)}}{2\Gamma(2r[k+1]+1)}\prod_{\lambda=1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^{2r(k+1)}}\right)$.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\zeta(r)\prod_{1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^r}\right)$ Theiler, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen sind.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\frac{\pi^2}{8}$ ungerade und $\frac{\pi^2}{24}$ gerade quadratische Theiler.

Die Anzahl derjenigen, zu einer Primzahl p theilerfremden Theiler einer ganzen Zahl, welche $r$te Potenzen sind, verhält sich zur Anzahl der durch p theilbaren Divisoren derselben Beschaffenheit im Mittel wie $p^r - 1$ zu 1.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\frac{\pi^4}{96}$ ungerade und $\frac{\pi^4}{1440}$ gerade biquadratische Theiler.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\frac{17\pi^8}{161280}$ ungerade und $\frac{\pi^8}{2419200}$ gerade Theiler, welche achte Potenzen sind.

Die Summe der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen und durch keine (τr)te Potenz (ausser 1) theilbar sind, ist im Mittel gleich $\frac{\zeta(r[k+1])}{\zeta(\tau r[k+1])}\prod_{1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{\tau r(k+1)}}}$.

Die Summe der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen und durch keine $(2\tau r)$te Potenz (ausser 1) theilbar sind, ist im Mittel gleich $\frac{2\Gamma(2\tau r[k+1]+1)\zeta(r[k+1])}{(2\pi)^{2\tau r(k+1)}B_{\tau r(k+1)}}\prod_{1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{2\tau r(k+1)}}}$.

Die Summe der reciproken $(2k-1)$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen und durch keine (τr)te Potenz (ausser 1) theilbar sind ist im Mittel gleich $\frac{\Gamma(2\tau rk+1)B_{rk}}{(2\pi)^{2\tau k(\tau-1)}\Gamma(2rk+1)B_{\tau rk}}\prod_{1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{2rk}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{2\tau rk}}}$.

Die Summe der reciproken $k$ten Potenzen derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $(2r)$te Potenzen und durch keine $2\tau r)$te Potenz (ausser 1) theilbar sind, ist im Mittel gleich $\frac{\Gamma(2\tau r[k+1]+1)B_{r(k+1)}}{(2\pi)^{2r(k+1)(\tau-1)}\Gamma(2r[k+1]+1)B_{\tau r(k+1)}}\prod_{1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^{2\tau r(k+1)}}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{2r(k+1)}}}$.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{\zeta(r)}{\zeta(\tau r)}\prod_{1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^r}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{\tau r}}}$ $(r>1)$ Theiler, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen und durch keine (τr)te Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{2\Gamma(2\tau r+1)\zeta(r)}{(2\pi)^{2\tau r}B_{\tau r}}\prod_{1}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p_\lambda^r}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{2\tau r}}}$ $(r>1)$ Theiler, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $r$te Potenzen und durch keine $(2\tau r)$te Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{\Gamma(2\tau r+1)B_r}{(2\pi)^{2r(\tau-1)}\Gamma(2r+1)B_{\tau r}}\prod_1^{\infty}\frac{1-\frac{1}{p_\nu^{2r}}}{1-\frac{1}{p_\nu^{2\tau r}}}$ Theiler, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\nu$ theilerfremde $(2r)$te Potenzen und durch keine $(2\tau r)$te Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Die Anzahl der durch eine Primzahl p nicht theilbaren Divisoren einer ganzen Zahl, welche $r$te Potenzen und durch keine (τr)te Potenz (ausser 1) theilbar sind, verhält sich zur Anzahl der durch p theilbaren Divisoren derselben Beschaffenheit, im Mittel wie $p^{(\tau-1)r}(p-1)$ zu $p^{(\tau-1)r}-1$.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{12}{\pi^2}$ ungerade und $\frac{3}{\pi^2}$ gerade quadratische Theiler, welche durch keine vierte Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{120}{\pi^4}$ ungerade und $\frac{75}{2\pi^4}$ gerade quadratische Divisoren, welche durch keine sechste Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{19264}{17\pi^6}$ ungerade und $\frac{6321}{17\pi^6}$ gerade quadratische Divisoren, welche durch keine achte Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{1995840}{341\pi^8}$ ungerade und $\frac{2650725}{682\pi^8}$ gerade quadratische Divisoren, welche durch keine zehnte Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{1680}{17\pi^4}$ ungerade und $\frac{105}{17\pi^4}$ gerade biquadratische Theiler, welche durch keine achte Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{1816214400}{188643\pi^8}$ ungerade und $\frac{241215975}{377286\pi^8}$ gerade biquadratische Divisoren, welche durch keine zwölfte Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Schreibt man in der Gleichung

$$\mathfrak{Q}'_{\tau r}(n)=\sum_{x=1}^{x=\sqrt[r]{n}}\binom{m^2}{x^r}\mu_{\tau r}(x)=\sum_{x=1,d}^{y=\left[\sqrt[\tau r]{\frac{n}{d}}\right]}\left[\frac{n}{y^{\tau r}d}\right]\mu(d)\binom{m^2}{y}\mu(y)$$

für n: $\left[\frac{n}{x^r}\right]$ multiplicirt sodann mit $\binom{m^2}{x}$ und summirt bezüglich x von 1 bis $\left[\sqrt[r]{n}\right]$, so erhält man

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\mathfrak{Q}'_{\tau r}\left(\left[\frac{n}{x^r}\right]\right)\binom{m^2}{x}=\sum_{d}\mu(d)\sum_{x,y=1}^{y=\left[\sqrt[\tau r]{\frac{n}{d}}\right]}\left[\frac{n}{(xy^\tau)^r d}\right]\binom{m^2}{xy}\mu(y)$$

$$=\sum_{z=1,d}^{z=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\left[\frac{n}{z^r d}\right]\mu(d)\left(\sum_{d_\tau}\binom{m^2}{d_\tau}\binom{m^2}{z/d_\tau}\mu\left(\sqrt[\tau]{\frac{z}{d_\tau}}\right)\right)$$

$$=\sum_{z=1,d}^{z=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\left[\frac{n}{z^r d}\right]\mu(d)\mu_\tau(z)\binom{m^2}{z}$$

und daher schliesslich

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\mathfrak{Q}'_{\tau r}\left(\left[\frac{n}{x^r}\right]\right)\binom{m^2}{x}=\sum_{d}\mu(d)\,T'_{0,\tau,r}\left(\left[\frac{n}{d}\right]\right),\qquad T'_{k,\tau,r}(m_1)=\sum_{x=1}^{x=m_1}\tau'_{k,\tau,r}(x)$$

Wird ferner in der Gleichung

$$P'_{-k,r}(n) = \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left[\frac{n}{x^r}\right] \binom{m^2}{x} \frac{1}{x^{rk}}$$

n durch $\left[\frac{n}{x^\tau}\right]$ ersetzt, sodann mit $\binom{m^2}{x} \frac{\mu(x)}{x^{\tau k}}$ multiplicirt und von $x=1$ bis $x=\left[\sqrt[\tau r]{n}\right]$ summirt, so entsteht die Relation

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\tau r]{n}\right]} P'_{-k,r}\left(\left[\frac{n}{x^{\tau r}}\right]\right) \binom{m^2}{x} \frac{\mu(x)}{x^{\tau k}} = \sum_{x,y=1}^{x=\left[\sqrt[\tau]{n}\right],\ y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left[\frac{n}{(xy)^r}\right] \binom{m^2}{xy} \frac{\mu(x)}{(yx^\tau)^k}$$

$$= \sum_{z=1}^{z=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left[\frac{n}{z^r}\right] \frac{1}{z^{rk}} \left(\sum_{d_\tau} \binom{m^2}{d_\tau} \binom{m^2}{\left[\frac{z}{d_\tau}\right]} \mu\left(\frac{z}{d_\tau}\right) \right)$$

und daher nach der oben aufgestellten Gleichung endlich

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\tau r]{n}\right]} P'_{-k,r}\left(\left[\frac{n}{x^{\tau r}}\right]\right) \binom{m^2}{x} \frac{\mu(x)}{x^{\tau k}} = T'_{-k,\tau,r}(n).$$

Aus dieser Gleichung könnte man ebenfalls den eben abgeleiteten asymptotischen Ausdruck für die Function $T'_{-k,\tau,r}(n)$ ermitteln.

Man hat ferner

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \Sigma'_\tau\left[\frac{n}{x^r}\right] \binom{m^2}{x} x^\tau = \sum_d \mu(d) \left(\sum_{x,y=1}^{x=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{d}}\right]} \left[\frac{n}{(xyd)^r}\right] \binom{m^2}{xy} x^\tau y^\tau \mu(y) \right)$$

$$= \sum_{z=1}^{z=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{d}}\right]} \left[\frac{n}{z^r d}\right] \mu(d) \left(\sum_{d'} d'^\tau \binom{m^2}{d'} \binom{m^2}{\frac{n}{d'}} \mu\left(\frac{n}{d'}\right) \right)$$

wo sich die Summation bezüglich d' über alle Theiler von z zu erstrecken hat, und daher schliesslich

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \Sigma'_\tau\left[\frac{n}{x^r}\right] \binom{m^2}{x} x^\tau = \sum_d \mu(d) \left(\sum_{z=1}^{z=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{d}}\right]} \left[\frac{n}{z^r d}\right] \binom{m^2}{z} \varphi(z) \right)$$

und speciel für $k=0$

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \Sigma'_\tau\left[\frac{n}{x^r}\right] \binom{m^2}{x} = \sum_d \left[\frac{n}{d}\right] \mu(d) = \bar{\varphi}(m,n). \tag{5}$$

Schreibt man nun in der letzten Gleichung für $n: \left[\frac{n}{y^r}\right]$, multiplicirt mit $y^\tau \binom{m^2}{y} \mu_\tau(y)$ und summirt bezüglich y von 1 bis $\left[\sqrt[r]{n}\right]$, so entsteht die Formel

$$\sum_{x,y=1}^{x=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{y^r}}\right]} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{(xy)^r}\right]\right) y^{kr} \frac{m^{2r}}{x^r y^r}\, \mu_z(y) = \sum_d \mu(d) \left(\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{d^r}}\right]} \left[\frac{n}{y^r d^r}\right] y^{rk} \mu_z(y) \left(\frac{m^2}{y^r}\right)^z \right)$$

$$= \sum_d \mu(d)\, T'_{k,z,r}\left(\left[\frac{n}{d}\right]\right).$$

Nun ist aber die Summe auf der rechten Seite gleich

$$\sum_{z=1}^{z=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left(\frac{m^2}{z}\right)^z \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{z^r}\right]\right) \left(\sum_{d'} d'^{rk} \mu_z(d')\right) = \sum_{z=1}^{z=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{z}}\right]} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{z^r}\right]\right) \left(\frac{m^2}{z}\right)^z \tau_{rk,1,z}(z)$$

und daher hat man die Relation

$$\sum_{z=1}^{z=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{z}}\right]} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{z^r}\right]\right) \left(\frac{m^2}{z}\right)^z \tau'_{k,1,z}(z) = \sum_d \mu(d)\, T'_{k,z,r}\left(\left[\frac{n}{d}\right]\right).$$

Ersetzt man endlich in 5) n durch $\left[\frac{n}{y}\right]$, multiplicirt mit $\mu(y)$ und summirt von $y=1$ bis $y=n$ so ergibt sich die Gleichung

$$\sum_{x,y=1}^{x=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{y^r}}\right],\ y=n} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{x^r y}\right]\right) \frac{m^{2r}}{x^r}\, \mu(y) = \sum_d \mu(d) \left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{d}\right]} \left[\frac{n}{yd}\right] \mu(y) \right)$$

oder, da

$$\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{d}\right]} \left[\frac{n}{yd}\right] \mu(y) = 1, \qquad \sum_d \mu(d) = \begin{cases} 0 & (m>1) \\ 1 & (m=1) \end{cases}$$

$$\sum_{x,y=1}^{x=\left[\sqrt[r]{\frac{n}{y^r}}\right],\ y=n} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{x^r y}\right]\right) \frac{m^{2r}}{x^r}\, \mu(y) = \sum_{z=1}^{z=n} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{z}\right]\right) \left(\sum_{d_r} \frac{m^2}{\left(\sqrt[r]{z}\, d_r\right)^r} \mu(d_r) \right)$$

und $\sum_d \left(\frac{m^2}{\sqrt[r]{z}\, d_r}\right)^r \mu(d_r)$ gleich der Differenz $\alpha'_r(z)$ aus der Anzahl derjenigen Theiler von z ist, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_s$ theilerfremde r^{te} Potenzen sind und deren complementärer Divisor aus einer geraden Anzahl von nur verschiedenen Primfactoren zusammengesetzt ist, und der Anzahl der übrigen Theiler derselben Beschaffenheit, deren complementärer Divisor keinen quadratischen Factor enthält,

$$\sum_{z=1}^{z=n} \mathfrak{C}'_r\left(\left[\frac{n}{z}\right]\right) \alpha'_r(z) = \begin{cases} 1 & (m=1) \\ 0 & (m>1) \end{cases}.$$

Setzt man in 4) ferner

$$f(y) = \lambda_r(y)$$

so wird $E_3(n)$ gleich der Differenz $B(n,r,s)$ aus der Anzahl derjenigen Theiler der ganzen Zahl n, welche r^{te} Potenzen von solchen zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_s$ theilerfremden ganzen Zahlen sind, bei deren Dar

stellung durch Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $k\rho$ und $k\rho+1$ auftreten, und zwar die letzteren in gerader Anzahl, über die Anzahl der übrigen Theiler derselben Beschaffenheit, bei denen die Anzahl der Exponenten von der Form $k\rho+1$ ungerade ist, und es entsteht daher die Relation

$$\sum_{x=1}^{x=n} B(x,r,\rho) = n \sum_{y=1}^{y=\infty} \frac{m^2}{y} \frac{\lambda_\rho(y)}{y^r} + \Delta_4$$

wo

$$\Delta_4 = -\left(n \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \frac{m^2}{y} \frac{\lambda_\rho(y)}{y^r} + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \frac{m^2}{y} \lambda_\rho(y) \right)$$

ist. Da nun

$$\left| \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \lambda_\rho(y) \right| < n^{\frac{1}{r}}$$

ist, so hat man auch

$$\sum_{x=1}^{x=n} B(x,r,\rho) = \frac{n\zeta(r\rho)}{\zeta(r)} \prod_{k=1}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_k^r}}{1-\frac{1}{p_k^{r\rho}}} + A_6 n^{\frac{1}{r}}$$

wo A_6 für alle Werthe von n unterhalb einer bestimmten endlichen Grenze bleibt.

Diese Gleichung liefert die Theoreme:

Unter denjenigen Theilern einer ganzen Zahl, welche r^{te} Potenzen von solchen, zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremden ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung als Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $k\rho$ und $k\rho+1$ auftreten, gibt es im Mittel um $\frac{\zeta(r\rho)}{\zeta(r)} \prod_{k=1}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_k^{r\rho}}}{1-\frac{1}{p_k^r}}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der letzteren Exponenten gerade ist, als solche, bei denen diese Anzahl ungerade ist.

Unter denjenigen Theilern einer ganzen Zahl, welche r^{te} Potenzen von solchen, zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremden ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung als Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $2k\rho$ und $2k\rho+1$ auftreten, gibt es im Mittel um $\prod_{k=1}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_k^{2r\rho}}}{1-\frac{1}{p_k^r}} \frac{(2\pi)^{2r\rho} B_{r\rho}}{2\Gamma(2r\rho+1)\zeta(r)}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der Exponenten der zweiten Form gerade ist, als solche, bei denen diese Anzahl ungerade ist.

Unter denjenigen Theilern einer ganzen Zahl, welche $(2r)^{\text{te}}$ Potenzen von solchen zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremden ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung als Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $k\rho$ und $k\rho+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\prod_{k=1}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_k^{2r}}}{1-\frac{1}{p_k^{2r\rho}}} \frac{(2\pi)^{2r(\rho-1)}\Gamma(2r+1)B_r}{\Gamma(2r\rho+1)B_{r\rho}}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der Exponenten von der Form $k\rho+1$ gerade ist, als solche, bei denen diese Anzahl ungerade ist.

Unter denjenigen ungeraden Theilern einer ganzen Zahl, welche Quadrate von solchen ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung als Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $3k$ und $3k+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\frac{\pi^4}{120}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der zuletzt genannten Exponenten gerade ist, also solche, bei denen diese Anzahl ungerade ist.

Unter denjenigen ungeraden Theilern einer ganzen Zahl, welche Quadrate von solchen ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung als Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $4k$ und $4k+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\frac{17\pi^6}{20160}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der zweiten Exponenten gerade ist, als solche, bei denen dieselbe ungerade ist.

Unter denjenigen ungeraden Theilern einer ganzen Zahl, welche Quadrate von solchen ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung als Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $5k$ und $5k+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\frac{341\pi^8}{3991680}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der Exponenten der zweiten Art gerade, als solche, bei denen diese Anzahl ungerade ist.

Unter denjenigen ungeraden Theilern einer ganzen Zahl, welche zweite Potenzen von solchen ganzen Zahlen sind, bei deren Darstellung durch Producte von Primzahlpotenzen nur Exponenten von der Form $6k$ und $6k+1$ auftreten, gibt es im Mittel $\frac{188643\pi^{10}}{21794572800}$ mehr solche, bei denen die Anzahl der Exponenten der zweiten Form gerade, als solche, bei denen dieselbe ungerade ist.

γ) Es sei ferner

$$f_1(x) = \mu_r(x)$$

dann ist

$$F_1\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right) = \sum_{x=1}^{x=\left[\frac{n}{y^r}\right]} \mu_r(x) = M_r\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right)$$

und es stellt $F(n)$ die Summe $F_4(n)$ derjenigen Werthe der Function $f(x)$ dar, welche dieselbe annimmt, wenn ihr Argument die r^{ten} Wurzeln aus allen jenen Theilern der ganzen Zahl n durchläuft, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde r^{te} Potenzen sind und einen complementären Divisor besitzen, der durch keine r^{te} Potenz theilbar ist. Man hat daher die Relation

$$5) \qquad \sum_{x=1}^{x=n} F_4(x) = \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} M_r\left(\left[\frac{n}{y^r}\right]\right) \left(\frac{m^2}{y}\right) f(y)$$

oder, da wie ich gezeigt habe[1])

$$M_r(\nu) = \frac{\nu}{\zeta(r)} + \frac{5\varepsilon_\nu}{2}\nu^{\frac{1}{r}} \qquad (|\varepsilon_\nu| < 1)$$

ist

$$\sum_{x=1}^{x=n} F_4(x) = \frac{1}{\zeta(r)} \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left[\frac{n}{y^r}\right] \left(\frac{m^2}{y}\right) f(y) + \frac{5}{2} \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) f(y) \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}} \qquad (|\varepsilon_y| < 1).$$

[1]) „Asymptotische Gesetze der Zahlentheorie". Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 49. Band.

Man hat daher die Relation

$$7) \qquad \sum_{x=1}^{x=n} F_4(x) = \frac{n}{\zeta(\tau)} \sum_{y=1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{f(y)}{y^r} + \Delta_5$$

wo

$$\Delta_5 = \left(- \frac{n}{\zeta(\tau)} \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{f(y)}{y^r} + \frac{5}{2} \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) f(y) \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}} \right)$$

ist.

Setzt man in dieser Gleichung speciell

$$r = \tau\rho,\ f(y) = 1;\ \tau = r\rho,\ f(y) = \mu(y)$$

so wird $F_4(n)$ bezw. gleich: der Anzahl $\alpha'_{\rho,\tau}(n)$ derjenigen Theiler der ganzen Zahl n, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde $(\tau\rho)^{\text{te}}$ Potenzen sind und deren complementärer Divisor durch keine τ^{te} Potenz (ausser 1) theilbar ist,

der Differenz $\chi'_{\rho,r}(n)$ aus der Anzahl derjenigen unter den Theilern der ganzen Zahl n mit durch keine $(\rho r)^{\text{te}}$ Potenz (ausser 1) theilbaren complementären Divisoren, welche r^{te} Potenzen von Producten einer geraden Anzahl untereinander und von $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ verschiedener Primzahlen sind, über die Anzahl der übrigen zu $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremden Theiler mit complementärem Divisor von derselben Beschaffenheit, welche r^{te} Potenzen von ganzen Zahlen ohne quadratischen Factor sind,

und man hat daher die Gleichungen

$$\sum_{x=1}^{x=n} \alpha'_{\rho,\tau}(x) = n \frac{\zeta(\tau\rho)}{\zeta(\tau)} \prod_{1}^{\sigma} \left(1 - \frac{1}{p_\lambda^{\tau\rho}}\right) + \Delta'_5$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \chi'_{\rho,r}(x) = \frac{n}{\zeta(r\rho)\zeta(r)\prod_{1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda^r}\right)} + \Delta''_5$$

$$\Delta'_5 = \left(- \frac{n}{\zeta(\tau)} \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{1}{y^r} + \frac{5}{2} \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}} \right)$$

$$\Delta''_5 = \left(- \frac{n}{\zeta(r\rho)} \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{\mu(y)}{y^r} + \frac{5}{2} \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \mu(y) \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}} \right)$$

Nun ist aber

$$\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \mu(y) \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}} \quad \text{und} \quad \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \varepsilon_y \left(\frac{m^2}{y}\right) \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}}$$

kleiner als

$$\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \left[\frac{n}{y^r}\right]^{\frac{1}{r}} < n^{\frac{1}{r}} \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \frac{1}{y} < n^{\frac{1}{r}} \log n + C + \frac{1}{r\sqrt[r]{n}}$$

und daher lassen sich diese zwei Gleichungen auch in folgender Form schreiben

$$\sum_{x=1}^{x=n} \alpha'_{\tau}(x) = \frac{n}{\zeta(\tau)} \prod_{1}^{z} \left(1 - \frac{1}{p_\nu^{\rho\tau}}\right) + A_6 n^{\frac{1}{\tau}} \log n + B_6 n^{\frac{1}{\tau}} + C_6$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \chi'_{\rho\tau}(x) = \frac{n}{\zeta(\tau)\zeta(2\tau) \prod_{1}^{z} \left(1 - \frac{1}{p_\nu^{\tau}}\right)} + A_7 n^{\frac{1}{\tau}} \log n + B_7 n^{\frac{1}{\tau}} + C_7$$

wo A_6, A_7, B_6, B_7, C_6, C_7 für alle Werthe von n unterhalb einer angebbaren endlichen Zahl bleiben.

Diese Formeln liefern die Theoreme:

Die Anzahl derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_z$ theilerfremde $(\rho\tau)^{\text{te}}$ Potenzen sind und einen complementären Divisor besitzen, der durch keine τ^{te} Potenz (ausser 1) theilbar ist, ist im Mittel gleich $\frac{\zeta(\rho\tau)}{\zeta(\tau)} \prod_{1}^{z} \left(1 - \frac{1}{p_\nu^{\rho\tau}}\right)$.

Die Anzahl derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_z$ theilerfremde $(2\rho\tau)^{\text{te}}$ Potenzen sind und einen complementären Divisor besitzen, welcher durch keine τ^{te} Potenz (ausser 1) theilbar ist, ist im Mittel gleich $\frac{(2\pi)^{2\rho\tau} B_{\rho\tau}}{2\Gamma(2\rho\tau+1)\zeta(\tau)} \prod_{1}^{z} \left(1 - \frac{1}{p_\nu^{2\rho\tau}}\right)$.

Die Anzahl derjenigen Theiler einer ganzen Zahl, welche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_z$ theilerfremde $(2\rho\tau)^{\text{te}}$ Potenzen sind und einen complementären Divisor besitzen, der durch keine $(2\tau)^{\text{te}}$ Potenz (ausser 1) theilbar ist, ist im Mittel gleich $\frac{(2\pi)^{2\tau(\rho-1)}\Gamma(2\tau+1)B_{\rho\tau}}{\Gamma(2\rho\tau+1)B_\tau} \prod_{1}^{z} \left(1 - \frac{1}{p_\nu^{2\rho\tau}}\right)$.

Die Anzahl derjenigen zu einer Primzahl p theilerfremden Divisoren einer ganzen Zahl, welche $(\rho\tau)^{\text{te}}$ Potenzen sind und einen complementären Divisor besitzen, welcher durch keine τ^{te} Potenz (ausser 1) theilbar ist, verhält sich zur Anzahl der übrigen Theiler derselben Beschaffenheit, wie $p^{\rho\tau} - 1$ zu 1.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\frac{\pi^2}{16}$ ungerade und $\frac{\pi^2}{240}$ gerade Theiler, welche vierte Potenzen sind und deren complementärer Divisor durch kein Quadrat (ausser 1) theilbar ist.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\frac{\pi^4}{160}$ ungerade und $\frac{\pi^4}{10080}$ gerade Theiler, welche sechste Potenzen sind und einen durch kein Quadrat (ausser 1) theilbaren complementären Divisor besitzen.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{17\pi^6}{26880}$ ungerade und $\frac{\pi^6}{403200}$ gerade Theiler, welche achte Potenzen sind und einen durch kein Quadrat (ausser 1) theilbaren complementären Divisor besitzen.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel $\frac{341\pi^8}{5322240}$ ungerade und $\frac{\pi^8}{15966720}$ gerade Theiler, welche zehnte Potenzen sind und einen durch kein Quadrat (ausser 1) theilbaren complementären Divisor besitzen.

Jede ganze Zahl hat im Mittel $\frac{62881\pi^{10}}{9686476800}$ ungerade und $\frac{691\pi^{10}}{435891456000}$ gerade Theiler, welche zwölfte Potenzen sind und einen durch kein Quadrat (ausser 1) theilbaren complementären Divisor besitzen.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel um $\dfrac{1}{\zeta(r)\zeta(r\varrho)\prod_{1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\nu^r}\right)}$ solche Theiler mit durch keine $(r\varrho)^{\text{te}}$ Potenz (ausser 1) theilbarem complementärem Divisor, welche r^{te} Potenzen eines Productes einer geraden Anzahl von unter einander und von den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ verschiedenen Primzahlen sind, mehr, als solche, welche r^{te} Potenzen eines Productes einer ungeraden Anzahl von unter einander und von $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ verschiedenen Primzahlen sind.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel um $\dfrac{2\Gamma(2r\varrho+1)}{(2\pi)^{2r\varrho}B_{r\varrho}\zeta(r)\prod_{1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\nu^r}\right)}$ solche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde Divisoren mit durch keine $(2r\varrho)^{\text{te}}$ Potenz (ausser 1) theilbarem complementärem Divisor, welche r^{te} Potenzen eines Productes einer geraden Anzahl von unter einander verschiedenen Primzahlen sind, mehr, als solche, welche r^{te} Potenzen eines Produktes einer ungeraden Anzahl verschiedener Primzahlen sind.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel um $\dfrac{4\Gamma(2r\varrho+1)\Gamma(2r+1)}{(2\pi)^{2r(\varrho+1)}B_rB_{r\varrho}\prod_{1}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\nu^{2r}}\right)}$ solche zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde Divisoren mit durch keine $(2r\varrho)^{\text{te}}$ Potenz (ausser 1) theilbarem complementärem Divisor, welche $(2r)^{\text{te}}$ Potenzen eines Productes einer geraden Anzahl von unter einander verschiedenen Primzahlen sind, mehr, als solche, welche $(2r)^{\text{te}}$ Potenzen eines Productes einer ungeraden Anzahl verschiedener Primzahlen sind.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel um $\dfrac{48}{\pi^4}$ solche ungerade Divisoren mit durch kein Quadrat (ausser 1) theilbarem complementärem Divisor, welche Quadrate eines Productes einer geraden Anzahl von unter einander verschiedenen Primzahlen sind, mehr, als solche, welche Quadrate eines Productes einer ungeraden Anzahl verschiedener Primzahlen sind.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel um $\dfrac{720}{\pi^6}$ solche ungerade Divisoren mit durch kein Biquadrat (ausser 1) theilbarem complementärem Divisor, welche Quadrate eines Productes einer geraden Anzahl von unter einander verschiedenen Primzahlen sind, mehr, als solche, welche Quadrate eines Productes einer ungeraden Anzahl verschiedener Primzahlen sind.

Jede ganze Zahl besitzt im Mittel um $\dfrac{20160}{\pi^{12}}$ solche ungerade Divisoren mit durch keine achte Potenz (ausser 1) theilbarem complementärem Divisor, welche Biquadrate eines Productes einer geraden Anzahl von unter einander verschiedenen Primzahlen sind, mehr, als solche, welche Biquadrate eines Productes einer ungeraden Anzahl verschiedener Primzahlen sind.

δ) Es soll nun zunächst die Anzahl $\bar{\varphi}_m(n)$ jener ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots n$ ermittelt werden, welche sowohl zu n als auch zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremd sind. Die Primfactoren von n mögen $q_1, q_2, \ldots, q_\tau$ sein, von denen selbstverständlich einige oder alle unter den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ enthalten sein können. Von den ganzen Zahlen des genannten Intervalles besitzen die folgenden den Primtheiler q_1:

$$1 \cdot q_1,\ 2 \cdot q_1,\ 3 \cdot q_1, \ldots, \frac{n}{q_1} \cdot q_1.$$

Unter diesen ist, wenn q_1 zu den Zahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ gehört, selbstverständlich keine zu m theilerfremde Zahl enthalten, ist aber q_1 von sämmtlichen Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ verschieden, so ist die Anzahl der zu m theilerfremden Vielfachen von q_1 des Intervalles $1 \ldots n$ gleich der Anzahl der zu m theilerfremden ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots \frac{n}{q_1}$, also ist diese Anzahl allgemein gleich

$$\left(\frac{m^2}{q_1}\right)\sum_{d}\left[\frac{n}{q_1 d}\right]\mu(d),$$

und daher die Anzahl der zu q_1 und m theilerfremden ganzen Zahlen des betrachteten Intervalles gleich

$$\sum_d \left\{\left[\frac{n}{d}\right] - \left(\frac{m^2}{q_1}\right)\left[\frac{n}{q_1 d}\right]\right\} \mu(d).$$

Von diesen Zahlen sind durch die Primzahl q_2

$$\left(\frac{m^2}{q_2}\right) \sum_d \left\{\left[\frac{n}{q_2 d}\right] - \left(\frac{m^2}{q_1}\right)\left[\frac{n}{q_1 q_2 d}\right]\right\} \mu(d)$$

theilbar und daher ist die Anzahl der zu $mq_1 q_2$ theilerfremden ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots n$ gleich

$$\sum_d \left\{\left[\frac{n}{d}\right] - \left(\frac{m^2}{q_1}\right)\left[\frac{n}{q_1 d}\right] - \left(\frac{m^2}{q_2}\right)\left[\frac{n}{q_2 d}\right] + \left(\frac{m^2}{q_1 q_2}\right)\left[\frac{n}{q_1 q_2 d}\right]\right\} \mu(d).$$

Durch Fortsetzung dieses Verfahrens erhält man schliesslich die Gleichung

$$\bar{\varphi}_m(n) = \sum_{d,\delta} \left[\frac{n}{d\delta}\right] \mu(d)\, \mu(\delta) \left(\frac{m^2}{\delta}\right),$$

wo die Summation bezüglich d über alle Divisoren von m, bezüglich δ aber über alle Divisoren von n zu erstrecken ist.

Setzt man nun in den Gleichungen 1) und 2)

$$f_1(x) = \bar{\varphi}(x, m)$$

$$f(x) = \mu(x)$$

so erhält man die Relation

$$8) \qquad \sum_{x=1}^{x=n} \bar{\varphi}_m(x) = \sum_{y=1}^{y=n} \left(\frac{m^2}{y}\right) \mu(y) \left(\sum_{z=1}^{z=\left[\frac{n}{y}\right]} \bar{\varphi}(z, m) \right)$$

oder, weil bekanntlich

$$\sum_{z=1}^{z=\nu} \bar{\varphi}(z, m) = \frac{6\nu^2}{\pi^2} + A_\nu \nu \log \nu + B_\nu \nu$$

ist,

$$\sum_{x=1}^{x=n} \bar{\varphi}_m(x) = \frac{6}{\pi^2} \sum_{y=1}^{y=n} \left(\frac{m^2}{y}\right) \mu(y) \left[\frac{n}{y}\right]^2 + \sum_{y=1}^{y=n} \left\{A_y \left[\frac{n}{y}\right] \log\left[\frac{n}{y}\right] + B_y \left[\frac{n}{y}\right]\right\} \left(\frac{m^2}{y}\right) \mu(y).$$

wo $|A_y|$ und $|B_y|$ für alle Werthe von y unterhalb einer angebbaren endlichen Grenze A bleiben.

Berücksichtigt man, dass

$$\left| \sum_{y=1}^{n} \left\{A_y \left[\frac{n}{y}\right] \log\left[\frac{n}{y}\right] + B_y \left[\frac{n}{y}\right]\right\} \left(\frac{m^2}{y}\right) \mu(y) \right| < An \sum_{y=1}^{n} \frac{\log n + \log y + 1}{y} < An (\log n + 1) \log n + C + \frac{1}{n} + 2\sqrt{n}$$

$$\left| \sum_{y=n+1}^{y=\infty} \left(\frac{m^2}{y}\right) \frac{\mu(y)}{y^2} \right| < \frac{\pi^2}{6n}$$

ist, so erhält man die Formel

$$\sum_{x=1}^{x=n} \bar{\varphi}_m(x) = \frac{36 n^2}{\pi^4 \prod_1^r \left(1 - \frac{1}{p_\nu^2}\right)} + A_8 n^2 + A_9 n (\log n)^2 + A_{10} n \log n + A_{11} n$$

wo A_8, A_9, A_{10}, A_{11} für alle Werthe von n endlich bleiben.

Aus dieser Gleichung folgt das Theorem:

Ist:

$$\lim_{\eta, n=\infty} \frac{\eta}{n} = 0$$

$$\lim_{\eta, n=\infty} \frac{\sqrt{n}}{\eta} = 0$$

so gibt es für jede ganze Zahl des Intervalles $n - \eta \ldots n + \eta$ im Mittel $\frac{72}{\pi^4 \prod_1^r \left(1 - \frac{1}{p_\nu^2}\right)} n$ zu ihr und zu den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ theilerfremde, sie nicht übertreffende ganze Zahlen.

Die Gleichung 8) lässt sich auch noch in folgender Weise ableiten.

Die Function $\bar{\varphi}_m(n)$ genügt, wie man sofort sieht, der Relation

$$\sum_{\delta} \binom{m^2}{\delta} \bar{\varphi}_m\left(\frac{n}{\delta}\right) = \bar{\varphi}(n, m)$$

welche eine Verallgemeinerung der bekannten Gaussischen Gleichung für die Anzahl derjenigen n nicht übertreffenden Zahlen ist, welche zu dieser Zahl theilerfremd sind. Aus dieser Relation folgt

$$\sum_{x=1}^{x=n} \bar{\varphi}\left(\left[\frac{n}{x}\right], m\right) \bar{\varphi}_m(x) = \sum_{x=1}^{x=n} \bar{\varphi}(x, m) = \Phi(n, m).$$

Schreibt man in dieser Formel für n: $\left[\frac{n}{y}\right]$, multiplicirt sodann mit $\binom{m^2}{y} \mu(y)$ und summirt bezüglich y von 1 bis n, so erhält man

9) $$\sum_{y=1}^{y=n} \bar{\Phi}\left(\left[\frac{n}{y}\right], m\right) \binom{m^2}{y} \mu(y) = \sum_{x, y=1}^{x, y=n} \bar{\varphi}\left(\left[\frac{n}{xy}\right], m\right) \bar{\varphi}_m(x) \binom{m^2}{y} \mu(y).$$

Nun ist

$$\sum_{y=1}^{y=r} \bar{\varphi}\left(\left[\frac{r}{y}\right], m\right) \binom{m^2}{y} \mu(y) = \sum_{d} \mu(d) \left(\sum_{\delta=1}^{\delta=\left[\frac{r}{d}\right]} \left[\frac{r}{yd}\right] \binom{m^2}{y} \mu(y) \right)$$

und

$$\sum_{y=1}^{y=n} \left[\frac{s}{y}\right] \binom{m^2}{y} \mu(y) = \sum_{y, z=1}^{y, z=n} \varepsilon\left(\frac{s}{zy}\right) \binom{m^2}{y} \mu(y)$$

$$= \sum_{z=1}^{z=s} \varepsilon\left(\frac{s}{z}\right) \left(\sum_{\delta} \binom{m^2}{\delta} \mu(\delta) \right)$$

oder, da, wie man sofort sieht,

$$\sum_{\delta}\left(\frac{m^2}{\delta}\right)\mu(\delta)$$

den Werth 1 oder 0 hat, je nachdem sämmtliche Primfactoren von z zu den Zahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ gehören oder nicht

$$\sum_{y=1}^{y=s}\left[\frac{s}{y}\right]\left(\frac{m^2}{y}\right)\mu(y)=\mathfrak{A}_1(s)$$

wo $\mathfrak{A}_1(s)$ die Anzahl derjenigen ganzen Zahlen des Intervalles $1\ldots s$ bedeutet, welche nur aus den Primzahlen $p_1, p_2, \ldots, p_\sigma$ zusammengesetzt sind, und daher hat man die Gleichung

$$\sum_{y=1}^{y=r}\bar{\varphi}\left(\left[\frac{r}{y}\right], m\right)\left(\frac{m^2}{y}\right)\mu(y)=\sum_{d}\mathfrak{A}_1\left(\left[\frac{r}{d}\right]\right)\mu(d).$$

Die auf der rechten Seite dieser Gleichung stehende Summe stellt offenbar die Anzahl aller Zahlen des Intervalles $1\ldots r$ dar, welche durch keine Primzahl theilbar sind, ist also gleich 1 und demnach ist

$$\sum_{y=1}^{y=r}\bar{\varphi}\left(\left[\frac{r}{y}\right], m\right)\left(\frac{m^2}{y}\right)\mu(y)=1$$

welche Relation eine Verallgemeinerung der bekannten Gleichung

$$\sum_{y=1}^{y=r}\left[\frac{r}{y}\right]\mu(y)=1$$

angibt. Mit Hilfe der eben abgeleiteten Relation kann man nun sofort die Gleichung 9) in 8) überführen.

ε) Für die durch die Gleichung

$$\Psi_{k,\nu}^{(r)}(D,n)=n^k\sum_{\delta}\left(\frac{D}{\delta}\right)\delta^{\nu}\mu_r\left(\frac{n}{\delta}\right)$$

definirte Function bestehen die Gleichungen

$$\sum_{x=1}^{x=n}\frac{\Psi_{k,\nu}^{(r)}(D,x)}{x^k}=\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D}{x}\right)x^{\nu-k}\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x}\right]}\mu_r(y)\right)$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D^2}{x}\right)\frac{\Psi_{k,\nu}^{(r)}(D,x)}{x^{\nu}}=\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D}{x}\right)x^{n-k}\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x}\right]}\left(\frac{D^2}{y}\right)\mu_r(y)\right)$$

oder nach den oben angegebenen Relationen

$$\sum_{x=1}^{x=n}\frac{\Psi_{k,\nu}^{(r)}(D,x)}{x^{\nu}}=\frac{1}{\zeta(r)}\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D}{x}\right)x^{n-\nu}\left[\frac{n}{x}\right]+\frac{\varepsilon}{2}\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D}{x}\right)x^{n-\nu}\left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}}=\frac{n}{\zeta(r)}\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D}{x}\right)x^{n-\nu-1}+\Delta_6\qquad(\varepsilon_x=1)$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \psi_{k,\mu}^{(r)}(D,x)\, D^{\frac{k}{2}} x^{\mu-k} = \frac{1}{\zeta(r)} \prod_{\lambda}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{x=1}^{x=n} \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k} \left[\frac{n}{x}\right] + \sum_{x=1}^{x=n} A_x \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} =$$

$$= \frac{n}{\zeta(r)} \prod_{\lambda}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{n=1}^{x=n} \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k-1} + \Delta_7$$

wo

$$\Delta_6 = -\frac{1}{\zeta(r)} \sum_{x=1}^{x=n} \varepsilon'_x \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k} + \frac{5}{2} \sum_{x=1}^{x=n} \varepsilon_x \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \qquad (0 \leqq \varepsilon'_x < 1)$$

$$\Delta_7 = -\frac{1}{\zeta(r)} \prod_{\lambda}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{x=1}^{x=n} \varepsilon'_x \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k} + \sum_{x=1}^{x=n} A_x \left(\frac{D}{x}\right) x^{\mu-k} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}}$$

ist.

Es sei nun D kein vollständiges Quadrat und congruent 0 oder 1 nach dem Modul 4 und

$$\mu - k < 0,$$

alsdann ergeben sich, da bekanntlich nach einem allgemeinen Dirichlet'schen Satze

$$\left| \sum_{x=n+1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu+1}} \right| < \frac{12\,D}{n^{k-\mu+1}}$$

und wie man sofort sieht

$$\left| \sum_{x=1}^{x=n} \varepsilon_x \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu}} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \right| < n^{\frac{1}{r}} \sum_{x=1}^{x=n} \frac{1}{x^{k-\mu+\frac{1}{r}}} < \frac{n^{\mu-k+1}}{1-k+\mu-\frac{1}{r}}$$

$$\left| \sum_{x=1}^{x=n} A_x \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu}} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \right| < An^{\frac{1}{r}} \sum_{x=1}^{x=n} \frac{1}{x^{k-\mu+\frac{1}{r}}} < \frac{An^{\mu-k+1}}{1-k+\mu-\frac{1}{r}} \qquad \left(k-\mu+\frac{1}{r}<1\right)$$

$$\left| \sum_{x=1}^{x=n} \varepsilon_x \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu}} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \right| < n^{\frac{1}{r}} \left(\log n + C + \frac{1}{n}\right)$$

$$\left| \sum_{x=1}^{x=n} A_x \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu}} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \right| < An^{\frac{1}{r}} \left(\log n + C + \frac{1}{n}\right) \qquad \left(k-\mu+\frac{1}{r}=1\right)$$

$$\left| \sum_{x=1}^{x=n} \varepsilon_x \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu}} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \right| < \zeta\left(k-\mu+\frac{1}{r}\right) n^{\frac{1}{r}}$$

$$\left| \sum_{x=1}^{x=n} A_x \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu}} \left[\frac{n}{x}\right]^{\frac{1}{r}} \right| < A\zeta\left(k-\mu+\frac{1}{r}\right) n^{\frac{1}{r}} \qquad \left(k-\mu+\frac{1}{r}>1\right)$$

ist, aus diesen Gleichungen die Relationen

$$\sum_{x=1}^{x=n} \frac{\psi^{(r)}_{k,\mu}(D,x)}{x^k} = \frac{n}{\zeta(r)} \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu+1}} + \Delta'_6$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \left(\frac{D^2}{x}\right) \frac{\psi^{(r)}_{k,\mu}(D,x)}{x^k} = \frac{n}{\zeta(r)} \prod_1^\tau \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x^{k-\mu+1}} + \Delta'_7$$

wo, den drei angeführten Fällen entsprechend Δ'_6 und Δ'_7 die Werthe $\alpha_1 n^{\mu-k+1}$, $\alpha_2 n^{\frac{1}{r}}\left(\log n + C + \frac{1}{n}\right)$, $\alpha_3 n^{\frac{1}{r}}$ bez. $\beta_1 n^{\mu-k+1}$, $\beta_2 n^{\frac{1}{r}}\left(\log n + C + \frac{1}{n}\right)$, $\beta_3 n^{\frac{1}{r}}$ besitzen und die Grössen α und β für alle Werthe von n endlich bleiben.

Ist nun

$$D = \Delta Q^2$$

wo Δ eine Fundamentaldiscriminante ist und sind $q_1, q_2, \ldots, q_\tau$ die sämmtlichen Primfactoren von Q, bezeichnet man ferner die Bernoullische Function m^{ter} Ordnung mit $\varphi(z,m)$, so ergeben sich aus diesen Gleichungen nach Theoremen, die man Herrn A. Berger[1]) verdankt, die folgenden Relationen:

$$\sum_{x=1}^{x=n} \frac{\psi^{(r)}_{k,k-2s}(D,x)}{x^k} = \frac{(-1)^{s+1}(2\pi)^{2s+1} n}{2\Pi(2s+1)\sqrt{-\Delta}\,\zeta(r)} \prod_1^\tau \left(1-\left(\frac{\Delta}{q_\lambda}\right)\frac{1}{q_\lambda^{2s+1}}\right) \sum_{h=1}^{h=-\Delta-1} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{-\Delta}, 2s+1\right) + \Delta'_6 \qquad (\Delta<0)$$

$$= \frac{(-1)^{s+1}(2\pi)^{2s+1}}{\Pi(2s+1)\sqrt{-\Delta}\,\zeta(r)} \prod_1^\tau \left(1-\left(\frac{\Delta}{q_\lambda}\right)\frac{1}{q_\lambda^{2s+1}}\right) \sum_{h=1}^{h=\left[\frac{-\Delta-1}{2}\right]} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{-\Delta}, 2s+1\right) + \Delta'_8$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \left(\frac{D^2}{x}\right) \frac{\psi^{(r)}_{k,k-2s}(D,x)}{x^k} =$$

$$= \frac{(-1)^{s+1}(2\pi)^{2s+1} n}{2\Pi(2s+1)\sqrt{-\Delta}\,\zeta(r)} \prod_1^\tau \left(1-\left(\frac{\Delta}{q_\mu}\right)\frac{1}{q_\mu^{2s+1}}\right) \prod_1^\tau \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{h=1}^{h=-\Delta-1} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{-\Delta}, 2s+1\right) + \Delta'_7 \qquad (\Delta<0)$$

$$= \frac{(-1)^{s+1}(2\pi)^{2s+1} n}{\Pi(2s+1)\sqrt{-\Delta}\,\zeta(r)} \prod_1^\tau \left(1-\left(\frac{\Delta}{q_\mu}\right)\frac{1}{q_\mu^{2s+1}}\right) \prod_1^\tau \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{h=1}^{h=\left[\frac{-\Delta-1}{2}\right]} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{-\Delta}, 2s+1\right) + \Delta'_7$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \frac{\psi^{(r)}_{k,k-2s-1}(D,x)}{x^k} = \frac{(-1)^s(2\pi)^{2s+2} n}{2\Pi(2s+2)\sqrt{\Delta}\,\zeta(r)} \prod_1^\tau \left(1-\left(\frac{\Delta}{q_\mu}\right)\frac{1}{q_\mu^{2s+2}}\right) \sum_{h=1}^{h=\Delta-1} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{\Delta}, 2s+2\right) + \Delta'_6 \qquad (\Delta>0)$$

$$= \frac{(-1)^s(2\pi)^{2s+2} n}{\Pi(2s+2)\sqrt{\Delta}\,\zeta(r)} \prod_1^\tau \left(1-\left(\frac{\Delta}{q_\mu}\right)\frac{1}{q_\mu^{2s+2}}\right) \sum_{h=1}^{h=\left[\frac{\Delta-1}{2}\right]} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{\Delta}, 2s+2\right) + \Delta'_6$$

---

[1]) „Sur une sommation de quelques séries.“ Nova Acta regiae societatis scientiarum Upsalensis. Seriei tertiae. Vol. XII. Fasc. I. 1884

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{D^2}{x}\right)\frac{\psi^{(r)}_{k,k-2s-1}(D,x)}{x^k}=$$

$$=\frac{(-1)^{s}(2\pi)^{2s+2}n^{s+1}}{\Pi(2s+2)\sqrt{\Delta}\,\zeta(r)}\prod_{q}^{\tau}\left(1-\left(\frac{\Delta}{q}\right)\frac{1}{q^{2s+2}}\right)\prod_{p}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p^{s}}}{1-\frac{1}{p^{r}_{\lambda}}}\sum_{h=1}^{h=\Delta-1}\left(\frac{\Delta}{h}\right)\varphi\left(\frac{h}{\Delta},2s+2\right)+\Delta'_{5}\qquad(\Delta>0)$$

$$=\frac{(-1)^{s}(2\pi)^{2s+2}n^{s+1}}{\Pi(2s+2)\sqrt{\Delta}\,\zeta(r)}\prod_{q}^{\tau}\left(1-\left(\frac{\Delta}{q}\right)\frac{1}{q^{2s+2}}\right)\prod_{p}^{\sigma}\frac{1-\frac{1}{p^{s}}}{1-\frac{1}{p^{r}_{\lambda}}}\sum_{h=1}^{h=\left[\frac{\Delta-1}{2}\right]}\left(\frac{\Delta}{h}\right)\varphi\left(\frac{h}{\Delta},2s+2\right)+\Delta'_{7}$$

Von den speciellen Fällen derselben mögen die folgenden angeführt werden:

$$\sum_{x=1}^{x=n}\frac{\psi^{(r)}_{k,k-2}(-7,x)}{x^k}=\frac{32\pi^3 n}{343\sqrt{7}\,\zeta(r)}+\Delta'_6$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{49}{x}\right)\frac{\psi^{(r)}_{k,k-2}(-7,x)}{x^k}=\frac{192\pi^3}{(7^r-1)\,\zeta(r)}7^{r-\frac{9}{2}}n+\Delta'_7$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\frac{\psi^{(r)}_{k,k-2}(-11,x)}{x^k}=\frac{12\pi^3 n}{121\sqrt{11}\,\zeta(r)}+\Delta'_6$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{121}{x}\right)\frac{\psi^{(r)}(-11,x)}{x^k}=\frac{120\pi^3}{(11^r-1)\,\zeta(r)}11^{r-\frac{7}{2}}n+\Delta'_7$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\frac{\psi^{(r)}_{k,k-3}(5,x)}{x^k}=\frac{8\pi^4 n}{375\sqrt{5}\,\zeta(r)}+\Delta_6$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{25}{x}\right)\frac{\psi^{(r)}_{k,k-3}(5,x)}{x^k}=\frac{32\pi^4}{3\,(5^r-1)\,\zeta(r)}5^{r-\frac{9}{2}}n+\Delta'_7$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\frac{\psi^{(r)}_{k,k-4}(-3,x)}{x^k}=\frac{4\pi^5 n}{729\sqrt{3}\,\zeta(r)}+\Delta'_6$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{9}{x}\right)\frac{\psi^{(r)}_{k,k-4}(-3,x)}{x^k}=\frac{8\pi^5}{(3^r-1)\,\zeta(r)}3^{r-\frac{15}{2}}n+\Delta'_7.$$

Um den Fall $k=\mu$ zu erledigen, beachte man, dass aus der Definitionsgleichung der Functionen $\psi^{(r)}_{k,\mu}(D,x)$ folgt:

10)
$$\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\psi^{(r)}_{s,\mu}(D,n)}{n^s}=\sum_{n=1}^{n=\infty}\left(\frac{D}{n}\right)\frac{\zeta(s-k)}{n^{s-\mu}\,\zeta(rs-rk)}$$

$$=\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\mu(n)}{n^{r(s-k)}}\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\gamma_{D,k}(D,n)}{n^s}$$

wo

$$\varphi_{0,k}(D,n) = n^k \sum_{d} \left(\frac{D}{d}\right) d^{-k}$$

ist, und dass demnach

$$\psi^{(r)}_{0,0}(D,n) = \sum_{d_r} \varphi_{0,k}(D,d_r)\,\mu\left(\sqrt[r]{\frac{n}{d_r}}\right)\left(\frac{n}{d_r}\right)^{-k}$$

ist.

Da nun $\frac{\psi^{(r)}_{0,0}(D,x)}{x^0} = \psi^{(r)}_{0,0}(D,x)$ ist, so folgen aus der eben aufgestellten Relation die Gleichungen

$$\sum_{x=1}^{x=n} \psi^{(r)}_{0,0}(D,x) = \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \mu(x)\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x^r}\right]} \varphi_{0,0}(D,y)\right)$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \psi^{(r)}_{0,0}(D,x)\left(\frac{D^2}{x}\right) = \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \mu(x)\left(\frac{D^2}{x}\right)\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x^r}\right]} \left(\frac{D^2}{y}\right)\varphi_{0,0}(D,y)\right).$$

Nun ist aber, wie ich gezeigt habe[1])

$$\sum_{y=1}^{y=s} \varphi_{0,0}(D,y) = s\sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{D}{x}\right)\frac{1}{x} + A_s\sqrt{s}$$

und

$$\sum_{y=1}^{y=s}\left(\frac{D^2}{y}\right)\varphi_{0,0}(D,y) = \sum_{d}\mu(d)\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{s}{d}\right]}\left(\frac{D}{y}\right)\right)$$

$$= \sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{D}{x}\right)\frac{1}{x}\sum_{d}\left[\frac{s}{d}\right]\mu(d) + A'\sum_{d}\mu(d)\left[\frac{s}{d}\right]$$

$$= s\prod_{p}\left(1-\frac{1}{p}\right)\sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{D}{x}\right)\frac{1}{x} + B_s\sqrt{s}$$

und daher lassen sich diese Formeln auch in folgender Form schreiben

$$\sum_{x=1}^{x=n}\psi^{(r)}_{0,0}(D,x) = \sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{D}{x}\right)\frac{1}{x}\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\mu(y)\left[\frac{n}{y^r}\right] + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} A_1\,\mu(y)\left[\frac{n}{y^r}\right]$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\psi^{(r)}_{0,0}(D,x)\left(\frac{D^2}{x}\right) = \prod_{p}\left(1-\frac{1}{p}\right)\sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{D}{x}\right)\frac{1}{x}\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]}\mu(y)\left(\frac{D^2}{y}\right)\left[\frac{n}{y^r}\right] + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} B_1\,\mu(y)\left[\frac{n}{y^r}\right]$$

---

[1]) „Über die binären quadratischen Formen." Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissenschaften, mathematisch-naturw. Classe, 96. Band, II. Abth., S. 476—488.

oder

$$\sum_{x=n}^{x=n} \psi_{0,0}^{(r)}(D,x) = \frac{n}{\zeta(r)} \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x} + \Delta_9$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \left(\frac{D^2}{x}\right) \psi_{0,0}^{(r)}(D,x) = \frac{n}{\zeta(r)} \prod_{\lambda}^{\sigma} \frac{1-\frac{p_\lambda}{1}}{1-\frac{1}{p_\lambda^r}} \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x} + \Delta_{10}$$

wo

$$\Delta_9 = -\sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x} \left[\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \mu(y)\, \varepsilon'_y + n \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{\infty} \frac{\mu(y)}{y^r} \right] + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} A_y\, \mu(y) \sqrt{\left[\frac{n}{y^r}\right]} \qquad (0 \leqq \varepsilon'_y < 1)$$

$$\Delta_{10} = -\prod_{\lambda}^{\sigma}\left(1-\frac{1}{p_\lambda}\right) \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x} \left[\sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \mu(y)\, \varepsilon'_y \left(\frac{D^2}{y}\right) + n \sum_{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]+1}^{y=\infty} \frac{\mu(y)}{y^r} \left(\frac{D^2}{y}\right) \right] + \sum_{y=1}^{y=\left[\sqrt[r]{n}\right]} B_y\, \mu(y) \sqrt{\left[\frac{n}{y^r}\right]}$$

und daher nach den früheren Erörterungen

$$|\Delta_9| < \gamma\, n^{\frac{1}{r}} \quad (r>2) \quad \text{und} \quad |\Delta_9| < \gamma_1 \sqrt{n}\left(\frac{\log n}{2} + C + \frac{1}{\sqrt{n}}\right) \quad (r=2)$$

$$\Delta_{10} < \delta\, n^{\frac{1}{r}} \quad (r>2) \quad \text{und} \quad \Delta_{10} < \delta_1 \sqrt{n}\left(\frac{\log n}{2} + C + \frac{1}{\sqrt{n}}\right) \quad (r=2)$$

ist. Für ein gerades r hat man

$$\sum_{x=1}^{x=n} \psi_{0,0}^{(2r)}(D,x) = \frac{2\,\Gamma(2r+1)\,n}{(2\pi)^{2r} B_r} \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x} + \Delta'_9$$

$$\sum_{x=1}^{x=n} \left(\frac{D^2}{x}\right) \psi_{0,0}^{(2r)}(D,x) = \frac{2\,\Gamma(2r+1)\,n}{(2\pi)^{2r} B_r} \prod_{\lambda}^{\sigma} \frac{1-\frac{1}{p_\lambda}}{1-\frac{1}{p_\lambda^{2r}}} \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{D}{x}\right) \frac{1}{x} + \Delta'_{10}.$$

Beachtet man den bekannten Zusammenhang zwischen $\psi_{0,0}^{(2)}(D,n)$ und der Anzahl der Lösungen der Congruenz zweiten Grades

$$x^2 \equiv D \pmod{4n}$$

wo, falls D keine Fundamentaldiscriminante ist, D und n als theilerfremd vorausgesetzt werden, so liefern diese Gleichungen für $r=1$ die von Herrn A. Berger am zuerst angeführten Orte auf anderem Wege abgeleiteten Gleichungen für diese zahlentheoretische Function. Die hier mitgetheilte Form der Herleitung habe ich im Jahre 1883 in meinen Vorlesungen über Zahlentheorie an der Innsbrucker Universität angewendet, um den Zusammenhang, der zwischen der Anzahl der Lösungen der erwähnten Congruenz und der Anzahl der Darstellungen einer ganzen Zahl durch das System der quadratischen Formen der Determinante D besteht auch bei dieser Ermittlung hervortreten zu lassen.

Man kann auch umgekehrt aus dem asymptotischen Ausdrucke der zahlentheoretischen Function $\psi_{k,\mu}^{(r)}(D,x)$ den asymptotischen Werth von $\varphi_{k,\mu}(D,x)$ ableiten.

Aus der Gleichung 10) folgt nämlich

$$\sum_{d_r} \psi^{(r)}_{k,\mu}(D, d_r) = \varphi_{\mu,k}(D, n)$$

und demnach ist

$$\sum_{x=1}^{x=n} \varphi_{\mu,k}(D, x) = \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[r]{n}\right]} \bar{\psi}^{(r)}_{k,\mu}\left(D, \left[\frac{n}{x^r}\right]\right) \qquad \left(\bar{\psi}^{(r)}_{k,\mu}(D, m) = \sum_{x=1}^{x=m} \psi^{(r)}_{k,\mu}(D, x)\right)$$

Nimmt man nun speciell $r=2$, $k=\mu=0$, was zulässig ist, da für diesen Fall eine von der obigen verschiedene Herleitung des asymptotischen Werthes der zahlentheoretischen Function $\psi^{(r)}_{k,\mu}(\Delta, x)$ von Herrn Berger angegeben wurde, so erhält man

$$\frac{1}{\tau}\sum_{x=1}^{x=n}\varphi(\Delta, x) = \sum_{x=1}^{x=n}\varphi_{0,0}(\Delta, x) = \frac{6}{\pi^2}\sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\frac{1}{x}\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt{n}\right]}\left[\frac{n}{x^2}\right] + \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt{n}\right]} A_x\left[\frac{n}{x^2}\right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= n\sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\frac{1}{x} + \Delta_{11}$$

wo

$$\Delta_{11} = -\frac{6}{\pi^2}\sum_{x=1}^{x=\infty}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\frac{1}{x}\left(\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt{n}\right]}\varepsilon'_x + n\sum_{x=\left[\sqrt{n}\right]+1}^{x=\infty}\frac{1}{x^2}\right) + \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt{n}\right]} A_x\left[\frac{n}{x^2}\right]^{\frac{2}{3}}$$

und demnach

$$\Delta_{11} < \delta\sqrt{n}$$

ist.

Für die Function $\varphi(\Delta, x)$ kann man aus Formeln, welche ich früher mitgetheilt habe[1], leicht eine grosse Reihe von Relationen ableiten, von denen hier die folgenden angeführt werden mögen:

$$\sum_{x=1}^{x=n}\varphi(\Delta, x)\,\Phi_k\left(\left[\frac{n}{x}\right]\right) = \sum_{x=1}^{x=n}\Phi\left(\Delta, \left[\frac{n}{x}\right]\right)\varphi_k(x) = \tau\sum_{x=1}^{x=n} S_k\left(\left[\frac{n}{x}\right]\right)\left(\frac{\Delta}{x}\right) = \tau\sum_{x=1}^{x=n} x^k\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x}\right]}\left(\frac{\Delta}{y}\right)\right)$$

$$\left(\Phi(\Delta, m) = \sum_{x=1}^{x=m}\varphi(\Delta, x)\right)$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\varphi(\Delta, x)\,\Omega\left[\frac{n}{x}\right] = \sum_{x=1}^{x=n}\Phi\left(\Delta, \left[\frac{n}{x}\right]\right)\omega(x) = \tau\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\bar{\Psi}\left[\frac{n}{x}\right]^2 = \tau\sum_{x=1}^{x=n}\psi(x^2)\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x}\right]}\left(\frac{\Delta}{y}\right)\right)$$

$$\left(\Psi(m) = \sum_{x=1}^{x=m}\psi(x^2)\right)$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\varphi(\Delta, x)\,M_2\left[\frac{n}{x}\right] = \sum_{x=1}^{x=n}\mu_2(x)\,\Phi\left(\Delta, \left[\frac{n}{x}\right]\right) = \tau\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\Omega\left[\frac{n}{x}\right] = \tau\sum_{x=1}^{x=n}\omega(x)\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x}\right]}\left(\frac{\Delta}{y}\right)\right)$$

[1] „Zahlentheoretische Studien." Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissenschaften, mathem.-naturw. Classe. 90. Band. II. Abth. S. 395—459.

$$\sum_{x=1}^{x=n}\left[\frac{n}{x}\right]^k\varphi(\Delta,x)=\sum_{x=1}^{x=n}x^k\Phi\left(\Delta,\left[\frac{n}{x}\right]\right)=\tau\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\Psi_k\left(\left[\frac{n}{x}\right]\right)=\tau\sum_{x=1}^{x=n}\psi_k(x)\left(\sum_{y=1}^{y=\left[\frac{n}{x}\right]}\left(\frac{\Delta}{y}\right)\right)$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\mu(x)\Phi\left(\Delta,\left[\frac{n}{x}\right]\right)=\sum_{x=1}^{x=n}\varphi(\Delta,x)\,\mathrm{M}(x)=\tau\sum_{x=1}^{x=n}\left(\frac{\Delta}{x}\right)$$

und daher

$$\left|\sum_{x=1}^{x=n}\mu(x)\Phi\left(\Delta,\left[\frac{n}{x}\right]\right)\right|\leqq\frac{|\tau\Delta}{2}$$

$$\sum_{x=1}^{x=|k\Delta|}\mu(x)\Phi\left(\Delta,\left[\frac{n}{x}\right]\right)=0$$

$$\sum_{x=1}^{x=n}\lambda(x)\Phi\left(\Delta,\left[\frac{n}{x}\right]\right)=\sum_{x=1}^{x=n}\varphi(\Delta,x)\,\Lambda\left[\frac{n}{x}\right]=\tau\sum_{x,y=1}^{x=\{\sqrt{n}\},\,y=\left[\frac{n}{x^2}\right]}\left(\frac{\Delta}{y}\right)$$

und demnach

$$\left|\sum_{x=1}^{x=n}\lambda(x)\Phi\left(\Delta,\left[\frac{n}{x}\right]\right)\right|\leqq\frac{\tau\,\Delta|\sqrt{n}}{2}$$

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[k]{n}\right]}\left[\frac{n}{x^k}\right]^s\varphi(\Delta,x)=\tau\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[k]{n}\right]}\left(\frac{\Delta}{x}\right)\psi_{s,k}\left(\left[\frac{n}{x^k}\right]\right).$$

2. Ich habe unlängst[1]) gezeigt, dass sich Summen von der Form

$$\sum_{x=\left(\sqrt[r]{n}\right)}^{x=n}\mathfrak{A}\left(\frac{n}{N(x^r)}\right)f(x)$$

bez. für das Gebiet der reellen Zahlen

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[k]{n}\right]}\left[\frac{n}{x^k}\right]f(x)$$

auf andere zurückführen lassen, in denen die zahlentheoretische Function $g_\tau(x)$ auftritt, welche durch die Gleichung

$$g_\tau(p_1^{\alpha_1}p_2^{\alpha_2}\cdots p_\tau^{\alpha_\tau})=p_1^{\left[\frac{\alpha_1}{\tau}\right]}p_2^{\left[\frac{\alpha_2}{\tau}\right]}\cdots p_\tau^{\left[\frac{\alpha_\tau}{\tau}\right]}$$

definirt ist. Die a. a. O. aufgestellte allgemeine Relation, von welcher vorher meines Wissens nur sieben specielle Fälle für das reelle Gebiet von Bugajef, Cesaro und mir und eine specielle Relation für das Gebiet der aus den vierten Einheitswurzeln gebildeten complexen Zahlen von mir ermittelt worden ist, ist in einer anderen enthalten, welche sich nicht auf eine Zahl, sondern auf den grössten gemeinsamen Divisor von r

[1]) „Einige arithmetische Sätze". Monatshefte für Mathematik und Physik von G. v. Escherich und E. Weyr. 1. Jahrgang. 1890. S. 39—48.

(gleichen oder verschiedenen) ganzen Zahlen des betreffenden Gebietes bezieht. Diese erweiterte Formel, welche selbstverständlich für $r=1$ in die eben erwähnte specielle Relation übergeht, will ich nun ableiten und aus ihr sodann mehrere specielle Fälle nebst einigen aus ihnen sich ergebenden Theoremen und asymptotischen Gesetzen erschliessen.

Es ist

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)} \mathfrak{A}\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) f(x) = \sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right),\, x_1 x_2 \dots x_r = (x)} \varepsilon\left(\frac{n}{N(y_1 x^\rho)}\right) \varepsilon\left(\frac{n}{N(y_2 x^\rho)}\right) \dots \varepsilon\left(\frac{n}{N(y_r x^\rho)}\right) f(x)$$

$$= \sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}{}' \varepsilon\left(\frac{n}{N(z_1)}\right) \varepsilon\left(\frac{n}{N(z_2)}\right) \dots \varepsilon\left(\frac{n}{N(z_r)}\right) f(x)$$

wo die Marke am Summenzeichen anzeigt, dass jedem Werthsysteme $z_1, z_2, \dots, z_r$ nur jene Zahlen x des Complexes $\left(\sqrt[\rho]{n}\right)$ zuzuordnen sind, für welche

$$N(x^\rho y_\nu) = N(z_\nu)$$

ist. Nach dieser Bestimmung gehören offenbar zu einem bestimmten Werthsysteme $z_1, z_2, \dots, z_r$ alle und nur jene Werthe von x, deren ρ^{te} Potenzen Divisoren des grössten gemeinsamen Theilers $[z_1, z_2, \dots, z_r]$ desselben sind, und demnach ist

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)} \mathfrak{A}\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) f(x) = \sum_{z_1, z_2, \dots, z_r = (n)} \left(\sum_{d_\rho} f\sqrt[\rho]{\frac{[z_1, z_2, \dots, z_r]}{d_\rho}} \right)'$$

wo die Summation bezüglich d_ρ über alle jene Theiler der ganzen complexen Zahl $[z_1, z_2, \dots, z_r]$ zu erstrecken ist, deren complementärer Divisor eine ρ^{te} Potenz ist.

Existirt nun eine Function $\chi(x)$ von der Beschaffenheit, dass die über alle der Gleichung

$$N(x^\tau y^\tau) = N(n) \qquad (\tau \geqq \sigma)$$

genügenden ganzzahligen Werthepaare x, y ausgedehnte Summe

$$\sum_{x,y} \mu(x) \chi(y)$$

den Werth $f(n)$ oder 0 hat, je nachdem n eine ρ^{te} Potenz ist oder nicht, so ist, wie ich a. a. O. bewiesen habe,

$$\sum_{d_\rho} f\left(\sqrt[\rho]{\frac{[z_1, z_2, \dots, z_r]}{d_\rho}}\right) = \begin{cases} \chi(g_\tau([z_1, z_2, \dots, z_r])) \\ 0 \end{cases}$$

je nachdem sämmtliche Exponenten der die ganze Zahl $[z_1, z_2, \dots, z_r]$ zusammensetzenden Primzahlpotenzen nach dem Modul τ einer ganzen Zahl unterhalb σ congruent sind oder nicht, und daher verwandelt sich die letzte Relation in

1.
$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)} \mathfrak{A}\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) f(x) = \sum_{z_1, z_2, \dots, z_r = (n)}{}' \chi(g_\tau([z_1, z_2, \dots, z_r]))$$

bez. für das reelle Gebiet

2)
$$\sum_{x=1}^{\left[\sqrt[\rho]{n}\right]} \left[\frac{n}{x^\rho}\right] f(x) = \sum_{z_1, z_2, \dots, z_r = n}{}' \chi(g_\tau([z_1, z_2, \dots, z_r]))$$

wo die Marke am Summenzeichen anzeigt, dass nur jene Werthsysteme $z_1, z_2, \ldots, z_r$ zu nehmen sind, deren grösster gemeinsamer Divisor nur solche Primzahlpotenzen enthält, deren Exponent nach dem Modul τ einer ganzen Zahl unterhalb σ congruent ist.

Wird speciell $\sigma = \tau = \rho$, dann verwandeln sich diese Relationen in

3) $$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) f(x) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' \chi(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

4) $$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\rho]{n}\right]}{}' \left[\frac{n}{x^\rho}\right]^r f(x) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n}' \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = 1} \chi(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

wo

$$\sum_{d}' f(d) = \chi(n)$$

ist.

Von den speciellen Fällen dieser Formeln mögen die folgenden angeführt werden:

$$\sum_{n=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) \varphi_k(x) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' N(g_\rho^k([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) f_{\beta-1}(x) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' f_\beta(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) \frac{(-1)^{(k+1)\tilde{\omega}(x)} \pi^k(x)\, \varphi_\alpha(x)}{N(x)^{k\alpha}} = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' \mu(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])) N(g_\rho^k([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) \frac{(-1)^{(k+1)\tilde{\omega}(x)} \pi^k(x)\, \varphi_\alpha(x)}{N(x)^{2\alpha}} = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' \frac{\tau_\alpha(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))}{N(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))}$$

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) \sigma_{r_1}(x) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' \mu(g_{r_1\rho}([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) \nu(x) = \log N\left(\prod_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}' g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])\right)$$

$$\tau \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\rho]{n}\right]}{}' \left[\frac{n}{x^\rho}\right]^r \left(\frac{\Delta}{x}\right) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n}' \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = 1} \varphi(\Delta, g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)}' \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) p(x) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)}'{}' f(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r]))$$

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\rho]{n}\right]}{}' \left[\frac{n}{x^\rho}\right]^r \frac{\psi_{k,\alpha}(\Delta, x)\, \lambda(x)}{x^{k\alpha}} = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n}' \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = 1} \lambda(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])) \frac{\Delta}{g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])}\, g_\rho^{\alpha-k}([z_1, z_2, \ldots, z_r])$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\frac{(-1)^{k\tilde{\omega}(x)}\lambda(x)\pi^{\beta-2}(x)\omega_k(x)}{N(x)^\delta} = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \frac{\lambda(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))}{N(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))}$$

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\rho]{n}\right]} \left[\frac{n}{x^\rho}\right]^r \chi_{k,\mu}(\Delta,x) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=1}^{z_1,z_2,\ldots,z_r=n} g^{\mu}([z_1,z_2,\ldots,z_r])\,\chi_{k,\mu}(\Delta, g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))$$

$$\sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\rho]{n}\right]} \left[\frac{n}{x^\rho}\right]^r \left(\frac{\Delta}{x}\right)^\mu \mu(x)\,x^{k\mu} = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=1}^{z_1,z_2,\ldots,z_r=n} \left(\frac{\Delta}{g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r])}\right)^\mu \chi_{k,\mu}(\Delta, g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))\, g^{\mu}([z_1,z_2,\ldots,z_r])$$

(Δ theilerfremd zu allen ganze Zahlen $[z_1, z_2, \ldots, z_r]$)

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\frac{f_{\beta-2}(x)\,\psi(x^2\pi^{\beta-3}(x))}{(\beta-2)\tilde{\omega}(x)} =$$

$$= \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \frac{f_{\beta-1}(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))\,\psi(g_\beta^2([z_1,z_2,\ldots,z_r]))\,\pi^{\beta-2}(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))}{(\beta-1)\tilde{\omega}(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))}$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\psi(x^2) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \psi^2(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\omega(x) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \psi(g_\beta^2([z_1,z_2,\ldots,z_r]))$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\mu_2(x) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \omega(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\frac{\lambda(x)f_{\beta-1}(x)\,\psi(x^2\pi^{\beta-2}(x))}{(\beta-1)\tilde{\omega}(x)} = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \lambda(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))\,f_\beta(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\lambda(x)\,\psi(x^2) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \lambda(g_\beta[z_1,z_2,\ldots,z_r])\,\psi(g_\beta[z_1,z_2,\ldots,z_r])$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\varphi^{(\lambda)}(x) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} \frac{S_\alpha(g_\beta[z_1,z_2,\ldots,z_r])}{N(g_\beta[z_1,z_2,\ldots,z_r])^\lambda}$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\mu_\sigma(x)\,x^{k\sigma} = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_r=(n)} z_{\sigma,\ldots,\sigma}([z_1,z_2,\ldots,z_r])$$

$$\sum_{x=(\sqrt[\rho]{n})} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right)\lambda_r(x) = \sum_{z_1,z_2,\ldots,z_{r_1}=(n)} \alpha(g_\beta([z_1,z_2,\ldots,z_r]))$$

wo $\alpha(n)$ den Werth 1 oder 0 hat, je nachdem sämmtliche Exponenten der die ganze Zahl n zusammensetzenden Primzahlpotenzen nach dem Modul $r\rho$ einer unterhalb ρ befindlichen Zahl congruent sind oder nicht, und die Marke am Summenzeichen in der achten Gleichung anzeigt, dass nur jene ganzen Zahlen x des betrachteten Gebietes zu nehmen sind, bei deren Darstellung durch ein Product von Primzahlpotenzen ein Exponent unterhalb 2ρ und nicht unterhalb ρ liegt, während alle anderen kleiner als ρ sind.

Da für das Gebiet der aus den vierten Einheitswurzeln gebildeten primären complexen Zahlen, wie ich unlängst angegeben habe,[1]) die Beziehung

$$\sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)} \mathfrak{A}^r\left(\frac{n}{N(x^\rho)}\right) f(x) = \left(\frac{\pi N(n)}{4}\right)^r \sum_{x=(\infty)} \frac{f(x)}{N(x^{r\rho})} + \Delta'$$

besteht, wo der absolute Betrag von Δ' der Ungleichung

$$|\Delta'| < 2N(n)^{r-\frac{1}{2}} \left| \sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)} \frac{f(x)}{N(x)^{\frac{r\rho}{2}}} \right| + \left(\frac{\pi N(n)}{4}\right)^r \left(\alpha_{r\rho} + \beta_{r\rho} \frac{\log N(n)}{N(n)^{\frac{\varepsilon_{r\rho}}{\rho}}} + \gamma_{r\rho} \right)$$

genügt, falls

$$\left| \sum_{x=(\infty)-\left(\sqrt[\rho]{n}\right)} \frac{f(x)}{N(x)^\mu} \right| < \frac{\alpha_\mu + \beta_\mu \log N(n)}{N(n)^{\frac{\varepsilon_\mu}{\rho}}} + \gamma_\mu \qquad (\varepsilon_\mu > 0)$$

ist, so erhält man aus den angeführten Gleichungen unter Berücksichtigung der bekannten Relationen

$$\left| \sum_{x=(\infty)-(n)} \frac{1}{N(x)^s} \right| < \frac{\zeta(s)}{N(n)^{s-1}} \left\{ \zeta(s) + \log N(n) + C + \frac{1}{N(n)-1} \right\} \qquad (s>1)$$

$$\left| \sum_{x=(n)} \frac{1}{N(n)} \right| < \pi \log N(n) + \pi C + 4\mathfrak{M}$$

$$\mathfrak{M} = \sum_{x=1}^{x=\infty} (-1)^{x-1} \frac{\log(2x+1)}{(2x+1)}$$

folgende asymptotische Gesetze:

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)} \mu(g_{\rho r_1}([z_1, z_2, \ldots, z_r])) = \left(\frac{\pi N(n)}{4}\right)^r \frac{1}{\zeta(r\rho)\,\zeta(r_1 \rho r)\, L_{r\rho}\, L_{r\rho r_1}} + \Delta_1'$$

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)} \omega(g_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])) = \left(\frac{\pi N(n)}{4}\right)^r \frac{2\Gamma(2r\rho+1)\,\zeta(r\rho)\, L_{r\rho}}{(2\pi)^{2r\rho}\, B_{r\rho}\, L_{2r\rho}} + \Delta_2'$$

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)} \alpha(g_\rho[z_1, z_2, \ldots, z_r]) = \left(\frac{\pi N(n)}{4}\right)^r \frac{\zeta(r\rho r_1)\, L_{r\rho r_1}}{\zeta(r\rho)\, L_{r\rho}} + \Delta_3'$$

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)} \tau_{\rho, -k, s}([z_1, z_2, \ldots, z_r]) = \left(\frac{\pi N(n)}{4}\right)^r \frac{\zeta(|r+k|\rho)\, L_{(r+k)\rho}}{\zeta(\sigma\rho(r+k))\, L_{\sigma\rho(r+k)}} + \Delta_4'$$

wo

$$\Delta_1',\ \Delta_2',|\Delta_4'| < 2N(n)^{r-\frac{1}{2}} \zeta\left(\frac{r\rho}{2}\right) L_{\frac{r\rho}{2}} + \left(\frac{\pi}{2}\right)^r \zeta(r\rho) \left\{ \zeta(r\rho) + \log N(n) + C + \frac{1}{N(n)-1} \right\} N(n)^{\frac{1}{\rho}} \qquad (r\rho > 2)$$

$$\Delta_1',\ \Delta_2',\ \Delta_4' < 2N(n)^{\frac{1}{2}} (\pi \log N(n) + \pi C + 4\mathfrak{M}) + \frac{8}{3}\left(\frac{\pi}{4}\right)^{r+2} \left\{ \frac{\pi^2}{6} + \log N(n) + C + \frac{1}{N(n)-1} \right\} N(n)^{\frac{1}{2}}$$
$$(r=1,\ \rho=2)$$

$$|\Delta_3' < \frac{2N(n)^{r-\frac{1}{2}} \zeta\left(\frac{r\rho}{2}+k\rho\right) L_{\frac{r\rho}{2}+k\rho}}{\zeta\left(\sigma\left(\frac{r\rho}{2}+k\rho\right)\right) L_{\sigma\rho\left(\frac{r}{2}+k\right)}} + \frac{\pi}{4} \zeta(r\rho) \left\{ \zeta(r\rho) + \log N(n) + C + \frac{1}{N(n)-1} \right\} N(n)^{\frac{1}{2}} \qquad (\rho>1)$$

ist.

---

[1]) „Wahrscheinlichkeiten im Gebiete der aus den vierten Einheitswurzeln gebildeten complexen Zahlen." Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissenschaften, mathem.-naturw. Classe. 98. Band. Abtheilung IIa. S. 635—646.

Die siebente der aufgestellten Gleichungen lässt sich in folgender Form schreiben

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n} \varphi(\Delta, y_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])) = \tau n^r \sum_{x=1}^{x=\infty} \left(\frac{\Delta}{x}\right) \frac{1}{x^{r\rho}} + \Delta''$$

wo

$$\Delta'' = -\tau \left[n^r \sum_{x=\left(\sqrt[\rho]{n}\right)+1}^{x=\infty} \left(\frac{\Delta}{x}\right) \frac{1}{x^{r\rho}} - \sum_{x=1}^{x=\left[\sqrt[\rho]{n}\right],\ \lambda=r} \left(\frac{r}{\lambda}\right) (-\varepsilon_x)^{r-\lambda} \left(\frac{n}{x^\rho}\right)^{r-\lambda} \left(\frac{\Delta}{x}\right) \right]$$

und demnach

$$|\Delta''| < A n^{r-1} + B n^{\frac{1}{2\rho}}$$

ist. Ist $r\rho = 2s+1$ und $\Delta<0$, so wird diese Gleichung nach früher erwähnten Sätzen von Berger

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n} \varphi(\Delta, y_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])) = \frac{(-1)^{s+1} (2\pi)^{2s+1} \tau n^r}{\Pi(2s+1) \sqrt{-\Delta}} \sum_{h=1}^{h=\left[\frac{-\Delta-1}{2}\right]} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{-\Delta}, 2s+1\right) + \Delta'$$

ist aber $r\rho = 2s+2$ und $\Delta>0$, so hat man

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n} \varphi(\Delta, y_\rho([z_1, z_2, \ldots, z_r])) = \frac{(-1)^s (2\pi)^{2s+2} \tau n^r}{\Pi(2s+2) \sqrt{\Delta}} \sum_{h=1}^{h=\left[\frac{\Delta-1}{2}\right]} \left(\frac{\Delta}{h}\right) \varphi\left(\frac{h}{\Delta}, 2s+2\right) + \Delta''.$$

Die auf den rechten Seiten der Gleichungen 1) bis 4) stehenden Summen lassen sich leicht durch folgende Betrachtungen in andere umformen. Da offenbar

$$[z_1, z_2, \ldots, z_r] = [[z_1, z_2, \ldots, z_{\lambda-1}], z_\lambda, z_{\lambda+1}, \ldots, z_r]$$

ist, so muss $[z_1, z_2, \ldots z_r]$ unter den Theilern d von $[z_1, z_2, \ldots, z_{\lambda-1}]$ enthalten sein und zwar hat derselbe genau den Werth d, wenn $z_\lambda, z_{\lambda+1}, \ldots, z_r$ Vielfache von d und so beschaffen sind, dass $\frac{z_\lambda}{d}, \frac{z_{\lambda+1}}{d}, \ldots, \frac{z_r}{d}$ ein zu $[z_1, z_2, \ldots z_{\lambda-1}]$ theilerfremdes System von $r-\lambda+1$ ganzen Zahlen bilden. Bezeichnet man nun die Anzahl von je k der Systeme Zahlen des Complexes (n), welche ein zu x theilerfremdes Werthsystem bilden, mit $\varphi_k(x, n)$, so ist

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = n} F([z_1, z_2, \ldots, z_r]) = \sum_{z_1, z_2, \ldots, z_{\lambda-1} = (n)} \left(\sum_d F(d) \varphi_{r-\lambda+1}\left(\frac{[z_1, z_2, \ldots, z_{\lambda-1}]}{d}, n\right) \right)$$

und speciell

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)} F([z_1, z_2, \ldots, z_r]) = \sum_{z_1 = (n)} \left(\sum_d F(d) \varphi_{r-1}\left(\frac{z_1}{d}, n\right) \right),$$

wo die Summationen bezüglich d über alle Theiler von $[z_1, z_2, \ldots, z_{\lambda-1}]$ bez. z_1 auszudehnen sind.

Die letzte Gleichung lässt sich offenbar auch in folgender Weise schreiben:

$$\sum_{z_1, z_2, \ldots, z_r = (n)} F([z_1, z_2, \ldots, z_r]) = \sum_{z_1 = (n)} \varphi_{r-1}(z_1, n) \sum_{x=(z_1)} F(x)$$

$$= \sum_{z_1 = (n)} F(z_1) \left(\sum_{x=(z_1)} \varphi_{r-1}(\lambda, n) \right).$$

Die zahlentheoretische Function $\varphi_k(x, n)$ besitzt eine Reihe von bemerkenswerthen Eigenschaften, die ich bei einer nächsten Gelegenheit mitzutheilen gedenke.

3) α) Herr A. Schönflies hat in seiner interessanten Abhandlung „Über eine specielle Classe von Configurationen auf den elliptischen Normalcurven n^{ter} Ordnung“ [1]) durch geometrische Betrachtungen folgenden zahlentheoretischen Satz erschlossen:

Es seien durch die Gleichung

$$n_\lambda = n^\lambda - n^{\lambda-1} + n^{\lambda-2} - \ldots + (-1)^\lambda$$

für $\lambda = 0, 1, 2, 3, \ldots, q$ die ganzen Zahlen

$$1, n_1, n_2, n_3, \ldots, n_q$$

definirt. Ist dann n_{r-1} die kleinste unter diesen Zahlen, welche mit n_q einen gemeinsamen Theiler hat, so ist r ein Theiler von $q+1$ und es besteht für jeden Index i die Relation

$$n\, n_i \equiv n\, n_{r+i} \pmod{n_q}.$$

Dieser Satz soll nun arithmetisch bewiesen und auch etwas vervollständigt werden.

Aus der Definition der ganzen Zahlen n_λ folgen die zwei Relationen

1) $$n_\lambda = n\, n_{\lambda-1} + (-1)^\lambda$$

2) $$n_\lambda = n_k\, n_{\lambda-k} + n\, n_{k-1}\, n_{\lambda-k-1}$$

deren Vereinigung die Beziehung

3) $$\begin{aligned} n_\lambda &= (-1)^k\, n_{\lambda-k} + n\, n_{k-1}\,(n_{\lambda-k} + n_{\lambda-k-1}) \\ &= (-1)^k\, n_{\lambda-k} + n^{k+1}\, n_{\lambda-k-1} \end{aligned}$$

liefert. Nach 2) ist nicht nur jeder gemeinsame Theiler von $n_{\lambda-k}$ und n_{k-1} auch Theiler von n_λ, sondern auch da nach 1) n_k und n_{k-1} theilerfremd sind, jeder gemeinsame Theiler von n_λ und n_{k-1} auch Theiler von $n_{\lambda-k-1}$ und demnach besteht die Gleichung

$$[n_\lambda, n_{k-1}] = [n_{\lambda-k}, n_{k-1}]$$

aus welcher unmittelbar die allgemeinere

$$[n_\lambda, n_{k-1}] = [n_{\lambda-\tau k}, n_{k-1}]$$

folgt, so dass also, falls

$$\lambda = \tau k + \rho - 1 \qquad (1 \leqq \rho \leqq k)$$

ist, auch die Beziehung

4) $$[n_\lambda, n_{k-1}] = [n_{\rho-1}, n_{k-1}]$$

besteht.

Diese Gleichung zeigt zunächst, dass jedesmal, wenn k ein Theiler von $\lambda+1$ ist, n_λ durch n_{k-1} theilbar ist.

Es sei nun k nicht unter den Theilern von $\lambda+1$ enthalten, so dass also $\rho < k$ ist. Ist $\rho = k-1$, so ist nach 4) n_λ und n_{k-1} theilerfremd, ist aber $\rho < k-1$, so hat man nach 2)

$$n_{\lambda-1} = n_\rho\, n_{\lambda-\rho-1} + n\, n_{\rho-1}\, n_{k-\rho-2}$$

und demnach liefert das eben angewendete Verfahren die Relation

$$[n_{k-1}, n_{\lambda-1}] = [n_{\rho_1-1}, n_{\rho-1}]$$

wenn

$$k = \tau_1 \rho + \rho_1 \qquad (1 \leqq \rho_1 < \rho)$$

[1] Mathematische Annalen von F. Klein, 35. Band S. 526—540.

ist. In der letzten Gleichung kann offenbar ρ_1 nicht gleich ρ werden, weil sonst ρ ein Theiler von $\lambda+1$ wäre, was ja jetzt ausgeschlossen ist. Da man nun, wenn $\rho_1 > 1$ ist, dieselbe Schlussweise wiederholen kann, so gelangt man schliesslich zu der Gleichung

$$[n_\rho, n_{k-1}] = [n_{\rho_\tau - 1}, n_0] = 1.$$

Man kann demnach unter Benützung von 3) das Schönflies'sche Theorem in folgender Weise aussprechen: „Jede von den durch die Gleichung

$$n_\lambda = n^\lambda - n^{\lambda-1} + n^{\lambda-2} - \ldots + (-1)^\lambda$$

definirten ganzen Zahlen, welche mit einer vorhergehenden einen Theiler gemeinsam hat, ist durch dieselbe theilbar, es ist ferner der um eine Einheit vermehrte Index $(k-1)$ der ersteren ein Theiler des um eine Einheit vermehrten Index q der zweiten und es bestehen für jeden Werth von λ die Congruenzen

$$n_{\lambda+k} \equiv (-1)^k n_\lambda \pmod{n_{k-1}}$$
$$r\, n_{\lambda+1} \equiv r\, n_\lambda \pmod{n_q}.$$"

Die kleinste der Zahlen n_ρ, welche mit n_q einen gemeinsamen Theiler hat, hat demnach zum Index den um eine Einheit verminderten kleinsten Primfactor von $q+1$.

β) Sind $[a_k, b_k, c_k]$ $(k = 1, 2, \ldots, K(\Delta))$ die Repräsentanten der verschiedenen Classen quadratischer Formen der negativen Fundamentaldiscriminante Δ, so wird in der Summe auf der rechten Seite der Gleichung

$$\sum_{k=1}^{K(\Delta)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(a_k x^2 + b_k x y + c_k y^2)\, dx\, dy = \lim_{\varepsilon=0} \sum_{k=1}^{k=K(\Delta)} \varepsilon \sum_{\lambda,\mu=-\infty}^{\lambda,\mu=+\infty} f(\varepsilon(a_k \lambda^2 + b_k \lambda\mu + c_k \mu^2))$$

das Glied $f(\varepsilon n)$ so oft auftreten, als es Darstellungen der Zahl n durch das System der quadratischen Formen der Discriminante Δ gibt. Da nun diese Anzahl bekanntlich gleich

$$\tau \sum_{d} \left(\frac{\Delta}{d}\right)$$

ist, so hat man

$$\sum_{k=1}^{k=K(\Delta)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(a_k x^2 + b_k x y + c_k y^2)\, dx\, dy = \tau \lim_{\varepsilon=0} \sum_{n=1}^{n=\infty} \left(\frac{\Delta}{n}\right) \sum_{y=1}^{y=\infty} f(y\varepsilon n)$$
$$= \tau \sum_{n=1}^{n=\infty} \left(\frac{\Delta}{n}\right) \frac{1}{n} \int_0^\infty f(y)\, dy$$

oder endlich

$$\sum_{k=1}^{k=K(\Delta)} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(a_k x^2 + b_k x y + c_k y^2)\, dx\, dy = \frac{2\pi K(\Delta)}{\sqrt{-\Delta}} \int_0^\infty f(y)\, dy.$$

Von den speciellen Fällen dieser Relation mögen die folgenden erwähnt werden:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x^2 + x y + 3y^2)\, dx\, dy = \frac{2\pi}{\sqrt{11}} \int_0^\infty f(y)\, dy$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \{f(x^2 + x y + 4y^2) + f(3x^2 + 3x y + 2y^2)\}\, dx\, dy = \frac{4\pi}{\sqrt{15}} \int_0^\infty f(y)\, dy$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \{f(x^2 + 3y^2) + f(2x^2 + 2x y + 2y^2)\}\, dx\, dy = \frac{4\pi}{\sqrt{3}} \int_0^\infty f(y)\, dy$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a^2(x^2+xy+3y^2)} (x^2 + x y + 3y^2)^{\nu+1} J^\nu(a_1(x^2 + x y + 3y^2))\, dx\, dy = \frac{2\pi a_1^\nu}{(2a^2)^{\nu+1}\sqrt{11}} e^{-\frac{a_1^2}{4a^2}}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a^2(x^2+xy+3y^2)^2}(x^2+xy+3y^2)\,J^{\nu}(a_1(x^2+xy+3y^2))\,J^{\nu}(a_2(x^2+xy+3y^2))\,dx\,dy =$$

$$= \frac{\pi i^{\nu}}{a^2\sqrt{11}}\, e^{-\frac{a_1^2+a_2^2}{4a^2}}\, J^{\nu}\left(\frac{a_1 a_2}{2a^2 i}\right)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{J^{\mu-\nu}(x^2+xy+3y^2)\,J^{\rho-1}(z(x^2+xy+3y^2))}{(x^2+xy+3y^2)^{\rho-\mu-\nu}}\,dx\,dy =$$

$$= \frac{\pi\,\Pi(\mu-1)\,z^{\rho-1}}{2^{\rho-\mu-\nu-1}\sqrt{11}\,\Pi(-\nu)\,\Pi(\rho-1)}\,F(\mu,\nu,\rho,z^2) \qquad (|z|<1)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{J^{\mu-\nu}(x^2+xy+3y^2)\,J^{\rho-1}(z(x^2+xy+3y^2))}{(x^2+xy+3y^2)^{\rho-\mu-\nu}}\,dx\,dy =$$

$$= \frac{\pi\,\Pi(\mu-1)\,z^{\rho-2\mu-1}}{2^{\rho-\mu-\nu-1}\,\Pi(\rho-\mu-1)\,\Pi(\mu-\nu)}\,F\left(\mu,\mu-\rho+1,\mu-\nu+1,\frac{1}{z^2}\right) \qquad (|z|>1)$$

($\mu-\nu$ und $\rho-1$ nicht negativ ganzzahlig; α und $\rho-\mu-\nu+1>0$).

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \Big\{ J^{2n+2\nu}(x^2+xy+4y^2)\,J^{\frac{2\nu-1}{2}}\left((x^2+xy+4y^2)\sin\frac{z}{2}\right)(x^2+xy+4y^2)^{\frac{2\nu-1}{2}} +$$

$$+ J^{2n+2\nu}(3x^2+3xy+2y^2)\,J^{\frac{2\nu-1}{2}}\left((3x^2+3xy+2y^2)\sin\frac{z}{2}\right)(3x^2+3xy+2y^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}\Big\}\,dx\,dy =$$

$$= \frac{2^{\frac{2\nu+3}{2}}\,\Pi(2\nu-1)\,\pi\sin^{\frac{2\nu-1}{2}}\frac{z}{2}}{\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\sqrt{15}}\,C_n^{\nu}(\cos z) \qquad \left(\nu>-\frac{1}{2}\right)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \Big\{(x^2+xy+4y^2)^{2\nu-1}\,J^{n+\nu}(\zeta(x^2+xy+4y^2))\,J^{n-\nu}(x^2+xy+4y^2)+(3x^2+3xy+2y^2)^{2\nu-1}\cdot$$

$$\cdot J^{n+\nu}(\zeta(3x^2+3xy+2y^2))\,J^{-n-\nu}(3x^2+3xy+2y^2)\Big\}\,dx\,dy =$$

$$= \frac{2^{2\nu+1}[\Pi(\nu-1)]^2\,\pi}{\Pi(-n-\nu)\,\Pi(n+\nu-1)\,\zeta^{\nu}\sqrt{15}}\,C_n^{\nu}(x_1) \qquad (1>\nu,\ \zeta+\zeta^{-1}=2x_1,\ \zeta<1)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \Big\{(x^2+xy+4y^2)^{\nu-1}\,J^{2r+\nu}(x^2+xy+4y^2)\cos(z(x^2+xy+4y^2))+(3x^2+3xy+2y^2)^{\nu-1}\cdot$$

$$\cdot J^{2r+\nu}(3x^2+3xy+2y^2)\cos(z(3x^2+3xy+2y^2))\Big\}\,dx\,dy =$$

$$= \frac{(-1)^r\,2^{\nu+1}\,\Pi(\nu-1)\,\pi}{\sqrt{15}}\,C_{2r}^{\nu}(z) \qquad (|z|<1,\ \nu<3/2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \Big\{(x^2+xy+4y^2)^{\nu-1}\,J^{2r+\nu+1}(x^2+xy+4y^2)\sin(z(x^2+xy+4y^2))+(3x^2+3xy+2y^2)^{\nu-1}\cdot$$

$$\cdot J^{2r+\nu+1}(3x^2+3xy+2y^2)\sin(z(3x^2+3xy+2y^2))\Big\}\,dx\,dy =$$

$$= \frac{(-1)^r\,2^{\nu+1}\,\Pi(\nu-1)\,\pi}{\sqrt{15}}\,C_{2r+1}^{\nu}(z) \qquad (|z|<1,\ \nu<3/2)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \left\{\frac{J^{\nu}(a_1(x^2+3y^2))}{x^2+3y^2}+\frac{J^{\nu}(2a_1(x^2+xy+x^2))}{2(x^2+xy+y^2)}\right\}dx\,dy = \frac{4\pi}{\nu\sqrt{3}}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty} \Big\{J^{\nu}(a_1(x^2+3y^2))+J^{\nu}(2a_1(x^2+xy+y^2))\Big\}\,dx\,dy = \frac{4\pi}{a_1\sqrt{3}}.$$

ÜBER

DAS SICHTBARE UND DAS ULTRAVIOLETTE EMISSIONSSPECTRUM

SCHWACHLEUCHTENDER VERBRENNENDER KOHLENWASSERSTOFFE (SWAN'SCHES SPECTRUM)

UND

DER OXY-HYDROGEN-FLAMME (WASSERDAMPFSPECTRUM)

VON

Dr. JOSEF MARIA EDER,

DIRECTOR DER K. K. LEHR UND VERSUCHSANSTALT FÜR PHOTOGRAPHIE UND REPRODUCTIONSVERFAHREN IN WIEN.

(Mit 1 Tafel und 8 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 8. MAI 1890.)

Über das Emissionsspectrum von schwachleuchtenden, in Luft- oder Sauerstoff brennenden Kohlenwasserstoffflammen, sowie speciell von der Bunsen'schen Leuchtgasflamme liegen, betreffend das weniger brechbare Ende, mehrfache Beobachtungen vor,[1] und zwar wurde dasselbe zuerst von Swan im Jahre 1856 genau untersucht;[2] derselbe machte jedoch keine Wellenlängenbestimmungen charakteristischer Kohlenbande, sondern bestimmte für die erste Linie jeder Gruppe des Spectrums die kleinste Deviation am Beobachtungs-Theodoliten.

Dr. Hasselberg nahm im Jahre 1880 Reductionen der Swan'schen Angaben auf die Angström'schen Werthe der Wellenlänge der Sonnenlinien vor,[3] und stellte eigene Beobachtungen über das Swan'sche Spectrum (im sichtbaren Theile) an.

Hasselberg trieb einen constanten Luftstrom durch eine ungefähr $2^1/_2$ *cm* hohe Benzolschichte in einer Woulff'schen Flasche, dadurch erhält man ein Gas, welches ruhig, mit schönem blauen Conus und ohne Gefahr brennt.

Hasselberg beobachtete, dass das Spectrum heller brennt, wenn man Sauerstoff seitlich in die Flamme bläst, und es zeigte sich namentlich die Kohlenstoffbande im Rothgelb, welche ohne diese Anordnung nicht

[1] Edinb. Trans. Vol. XXI.

[2] Die erste Erwähnung findet man bei Wollaston, Method of examining refractive power. Phil. Transact. 1802, der bei seinen Untersuchungen über das Sonnenspectrum auf die Verschiedenheit aufmerksam macht, die zwischen diesem Spectrum und demjenigen des untern blauen Mantels einer Kerzenflamme besteht.

[3] Hasselberg, Über die Spectra der Kometen und ihre Beziehungen zu denjenigen gewisser Kohlenwasserstoffe. Mém. Acad. St. Petersbourg. VII, Ser. I, XXVIII, Nr. 2, 1880.

hervortritt; die Dispension des Spectralapparates war jedoch nicht gross genug, um die Partialbanden in alle Linien aufzulösen.[1]

Aus den Beobachtungen verschiedener Spectroskopiker geht hervor, dass gewisse Liniengruppen des Swan'schen Spectrums auch bei Anwendung anderer Glühmittel als des Bunsen-Brenners, oder Kohlenwasserstoff-Sauerstoffgebläses, auftreten, z. B. unter Anwendung des Inductionsfunkens, sowie im elektrischen Flammenbogen (Kohlenelectroden).

Die vier charakteristischen Gruppen des Swan'schen Bandenspectrums beobachteten schon Plücker und Hittdorf im Spectrum zwischen elektrischen Inductionsfunken, bei Anwendung von Kohlenelectroden, in einer Atmosphäre von Wasserstoff.

Angström und Thalén untersuchten das Spectrum bei der Entladung des elektrischen Funkens zwischen Kohlenelectroden im Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Der eigentliche Funken gibt das Linienspectrum des Kohlenstoffes, welches von dem Swan'schen Bandenspectrum des C. verschieden ist; die denselben umgebende Aureole oder Lichthülle gibt aber das Swan'sche Bandenspectrum oder das Bandenspectrum des Cyans oder Kohlenoxydes.[2]

Die Beschreibung der charakteristischen Bande des Swan'schen Spectrums im sichtbaren Theile, seitens der verschiedenen Beobachter, ist nicht übereinstimmend, wie bereits Liveing und Dewar (Proceed. Roy. Soc. XXX, 1880, p. 152) aufmerksam machten; der ultraviolette Theil wurde überhaupt nicht genau ausgemessen und ist sehr wenig bekannt.

Im sichtbaren Spectrum erwähnt Lecocq de Boisbaudran[3] ausser den Hauptbanden (α, β, γ, δ nach meiner Bezeichnung [siehe unten]) noch zwei nebelige Bande im Indigo (bei $\lambda = 4368$ und bei $\lambda = 4309$).

Watts (Phil. Mag. 1869 und 1871) gibt dieselben Bande, aber aufgelöst in eine Serie von feinen Linien[4] (siehe unten).

Plücker und Hittdorf bemerkten in der Flamme von Äthylen die Abwesenheit von zwei starken charakteristischen blauen und violetten Liniengruppen der Cyanflamme und die Anwesenheit einer Serie von dunklen Linien auf violettem Hintergrund zwischen den zwei Cyangruppen.

Eine ähnliche Beschreibung gibt Morron (Annal. Chem. et Phys., März 1865). Keiner von ihnen bemerkte die Anwesenheit der oben erwähnten zwei nebeligen Banden.

Dibbits (Pogg. Annal. 1864) verbrannte Cyan in Sauerstoff und bemerkte orangefarbige und rothe Banden schattirt gegen das brechbare Ende zu; also entgegengesetzt den vier ersten Banden des Swan'schen Spectrums ferner beschreibt er die Cyanbande in Blau und Violett.

J. Wesendonck[5] verglich insbesondere das Swan'sche Spectrum und Kohlenoxydspectrum sorgfältig, ohne jedoch gegenüber Angström und Thalén neue Wellenlängen der Kohlenstoffbanden zu geben; der besseren Übersichtlichkeit halber sind jedoch auch die Wesendonck'schen Wellenlängen im Folgenden mit einbezogen.

Salet studirte das Spectrum, welches mit Hilfe des Inductionsfunkens in Leuchtgas oder Cyan entsteht,[6] jedoch sind die Wellenlängen nur auf drei Stellen angegeben; daraus geht jedoch die Identität der vier ersten Kohlenstoffbande des Swan'schen Spectrums mit den von ihm untersuchten Banden hervor.

Watts verglich 1869 (Phil. Magaz. 4. Ser., Bd. 38, S. 249) das Swan'sche Spectrum (Verbrennen von Äthylen C_2H_4 mit Sauerstoff) mit anderen C-Spectren und gab eine Figur dieser Erscheinungen, welche in Fig. 1 photozinkographisch reproducirt ist.

---

[1] Hasselberg a. a. O.

[2] Die Linien des hieher gehörigen Bandenspectrums des Kohlenstoffes nach Angström und Thalen finden sich bei Kayser (Spectralanalyse 1883, S. 247), sowie bei Hasselberg (a. a. O.) abgedruckt.

[3] Lecocq, Spectres lumineux. Paris 1874, Bd. I, p. 41.

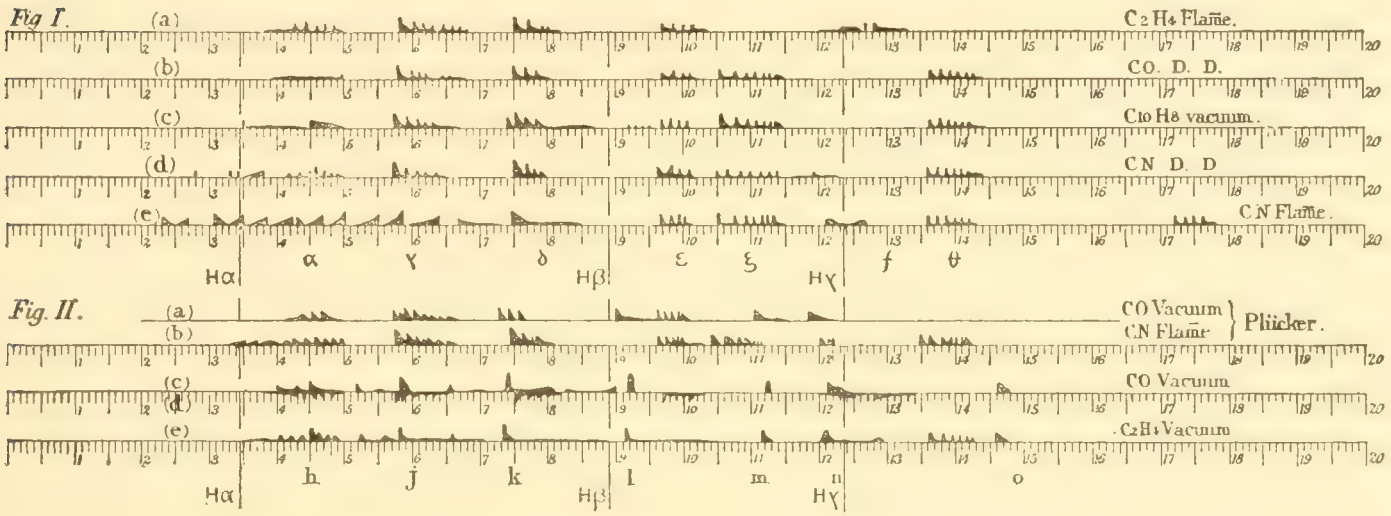
[4] Vergl. Kayser, Spectralanalyse (1883) und M. Watts, Index of Spectra (1889).

[5] Wesendonck, Untersuchungen über die Spectren der Kohlenverbindungen. Inaug.-Dissertation. Berlin 1881. (Sehr übersichtliche Zusammenstellung der einschlägigen Beobachtungen.) Auszug in Annal. d. Chemie u. Physik 1883, Bd. 17, S. 435.

[6] Annal. der Chemie 1873 (4.), Bd. 28, S. 60. Auch Kayser, Spectralanalyse 1883, S. 247.

Fig. 1 *a* stellt nach Watts das Spectrum der Äthylen-Sauerstoffflamme dar. In der Flamme des gewöhnlichen Bunsenbrenners konnte er die rothe Gruppe (α Watts) nicht wahrnehmen. Dasselbe Spectrum beobachtet er beim Durchschlagen des elektrischen Funkens bei gewöhnlicher Temperatur und normalen Luftdruck, wogegen Äthylen u. s. w. unter vermindertem Druck ein anderes (später mehrfach studirtes) Spectrum geben.

Fig. 1.



Darstellung verschiedener Kohlenstoffspectra nach Watts und Plücker.

Cyan in Sauerstoff verbrannt gibt eine andere rothe Bande, welche einen anderen Charakter (in entgegengesetzter Richtung abschattirt), als die vorigen Banden haben; es erscheinen die von Watts als γ, δ und ε bezeichneten Gruppen (siehe Fig. 1). Wenn dagegen Cyan in Luft verbrennt, so treten zahlreichere Bande (statt der Banden γ Watts) auf, welche Watts der Verbindung Cyan selbst zuschrieb.

Statt der im Swan'schen Spectrum vorfindlichen violetten Gruppe (*f* nach Watts, ζ nach meiner Bezeichnung) beobachtete Watts zwei brillante Gruppen von Linien (ζ nach Watts, von $\lambda = 460$ bis 450) und das violette Band $\lambda = 422$ bis 416, Fig. I *e* zeigt das Spectrum der Flamme von Cyan in Luft.

Auch im Spectrum des durch Cyangas bei gewöhnlichem Druck schlagenden Inductionsfunkens (s. Fig. 1 *d*) fehlt die Watts'sche Bande *f*,[1] die übrigen Banden sind theils denen des Swan'schen Spectrums theils mit jenem der Cyanflamme gleich.

Brennendes Kohlenoxyd gibt ein continuirliches Spectrum, jedoch beim Durchschlagen des Inductionsfunkens durch dieses Gas bei gewöhnlichem Luftdrucke erhielt Watts ein Kohlenspectrum, welches bald dem Swan'schen Spectrum I *a* (inclusive der Watts'schen Gruppe *f*) ähnlich war, bald die drei auch beim Cyan vorkommenden Gruppen ε, ζ, ϑ (Fig. 1 [Watts]) aufwies (s. Watts' Figur).

Eine Geissler'sche Röhre mit Naphtalin gab das Spectrum I *c*. Fig. II *a*, *b* gibt das Schema des von Plücker beobachteten Spectrums von Kohlenoxyd im Geissler'schen Rohre (Inductionsfunken) und der Cyanflamme, Fig. II *b* und *c* die Watts'schen Beobachtungen von Kohlenoxyd und Äthylen im Geissler'schen Rohre, bei vermindertem Drucke und durchschlagenden Inductionsfunken.[2]

---

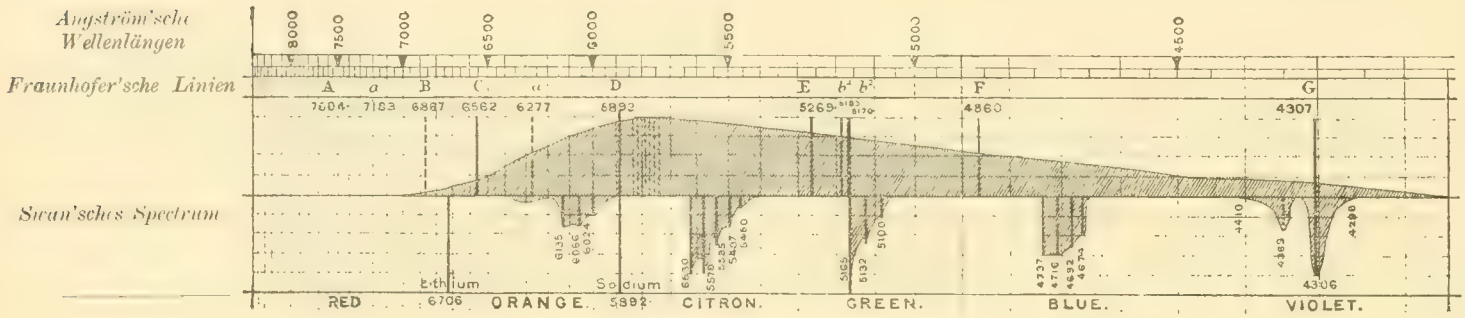
[1] Nach H. W. Vogel kommt diese Bande jedoch auch in der Cyanflamme vor, jedoch schwächer als in brennenden Kohlenwasserstoffen.

[2] Zum besten Verständniss des Watts'schen Schemas und der Vergleichung mit meinen Photographien des Spectrums brennender Kohlenwasserstoffe führe ich die von Watts im Jahre 1871 (Phil. Magaz. 4. Ser., Bd. 41, S. 12) nachträglich mitgetheilten Wellenlängen, nebst den in seinem Schema angegebenen Buchstabenbezeichnungen an:

Später (Phil. Magaz. 4. Ser., Bd. 48, S. 370) rectificirte Watts die Werthe für die Wellenlängen der von ihm mit γ, δ, ε bezeichneten Bande, welche in meinen Tabellen mit Berücksichtigung dieser Correcturen weiter unten aufgenommen sind.

Auch das von P. Smith gegebene Diagramm, welches das Spectrum der blauen Flamme von Leuchtgas und Benzoldampf (mit Luft verbrennend) gibt, ist wegen des Vergleiches mit meinen Resultaten in Fig. 2 abgebildet.

Fig. 2.



Piazzi-Smyth's Darstellung des Swan'schen Spectrums.

Thollon (Compt. rendus 1881, Bd. 93, S. 260) beobachtete eine Anzahl von Kohlenlinien im elektrischen Flammenbogen; mit derselben Lichtquelle bestimmten Kayser und Runge [1] in höchst sorgfältiger Weise das Gitterspectrum des Kohlenflammenbogens und gewannen sehr sichere Wellenlängenmessungen zahlreicher Kohlenstoff- und Cyan-Linien nach photographischen Spectrumbildern.

Obschon diese Untersuchungen nicht denselben Gegenstand betreffen, wie die von mir unternommenen und hier beschriebenen Emissionsspectren der brennenden Kohlenwasserstoffe, so ist deren Einbeziehung in die vergleichende Übersicht von Werth, weil eine Anzahl von C-Linien beiden Spectren gemeinschaftlich ist, und die Durchsicht dieser Resultate einen Anhaltspunkt über die von mir erzielte Genauigkeit und über die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der von mir hier zuerst gemessenen violetten und ultravioletten Spectrumbande der Bunsenflamme geben.

A. Eigene Untersuchungen über das Emissionsspectrum der Bunsenflamme und verschiedener mit Sauerstoff verbrannter Kohlenwasserstoffe mittelst des Quarzspectrographen.

Bei meinen Untersuchungen des Emissionsspectrums brennender Kohlenwasserstoffe bediente ich mich der Photographie. Die photographische Beobachtung der Spectren ist nicht nur die einzig verlässliche Methode zum Studium des ultravioletten Theiles von Spectralerscheinungen, sondern sie gibt auch im indigoblauen und violetten Theile des Spectrums weitaus verlässlichere Resultate, als die directe Beobachtung mit dem Auge, welches bald ermüdet und für schwächere Lichterscheinungen im violetten Spectralbezirke äusserst unempfindlich ist.

Wellenlänge	Band α	Band γ	Band δ	Band ε	Band ζ	Band f		Band ϑ
	6190	5622	5170	4734	4600	4313	4261	4220
	6110	5582	5139	4710	4574	4290	4256	4210
	6050	5534	5100	4689	4550	4285	4249	4190
	5990	5495	5082	4675	4534	4279	4243	4174
	5955	5463		4670	4514	4274	4239	4166
		5440			4505	4268	4232	4160
		5425			4502			4158

[1] Über die Spectren der Elemente. Abhandl. d. preuss. Akad. d. Wissenschaften. Berlin 1889.

Bei den Spectrumphotographien nahm ich jedoch auch Rücksicht auf die weniger brechbaren Strahlen. Allerdings sind die vier weniger brechbaren rothen, gelben, grünen und blauen Bande des Swan'schen Spectrums im sichtbaren (leuchtenden) Theil schon mehrmals und mit grosser Genauigkeit gemessen und sind nur die violetten und ultravioletten Gruppen nicht genau bekannt. Es schien mir jedoch von Werth, auf meinen Spectrographien das gesammte Bild des fraglichen Spectrums vom Roth bis ins äusserste Ultraviolett scharf definirt zu erhalten, da eine solche spectrographische Wiedergabe des Spectrums bisher überhaupt noch nicht erreicht wurde, und es für die Charakteristik desselben von Werth ist, ein solches Gesammtbild vor sich zu haben. Andererseits schien es mir von Interesse, die von mir ermittelten Wellenlängen mit den bereits vorliegenden Messungen in Vergleich zu stellen, anstatt zur Fortsetzung meiner Messungen im Ultraviolett die bereits von anderen Beobachtern ermittelten Zahlen in die Tabelle einzuzeichnen.

Was speciell die ultravioletten Banden der schwach leuchtenden blauen Bunsen'schen Gasflamme betrifft, wurden dieselben von mir zuerst im Jahre 1886 mittelst Spectrumphotographien aufgefunden, wobei ich mich eines Steinheil'schen Glasspectrographen mit drei Glasprismen bediente. Damals gelang mir nach $^1/_2$—2tägiger Belichtung die Auflösung der violetten Bande ε, sowie der Gruppen ζ in zahlreiche, wohl definirte Linien, und ich entdeckte die ultraviolette Gruppe η der Bunsenflamme.

In den Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, 2. Abth., XCIV. Bd. 1886 (Juli-Heft) theilte ich diese Beobachtung mit und publicirte auch die Reproduction dieser Spectrumphotographie, welche sowohl auf das bekannte Magnesiumspectrum, als auch auf das Sonnenspectrum bezogen worden waren. Die Wellenlängemessungen nahm ich damals nicht vor, weil ich die Versuche mit Quarzapparaten wiederholen wollte, um Einblick über den Verlauf des Spectrums im Ultraviolett zu erlangen.

Zwei Jahre später photographirten H. W. Vogel und E. Vogel jun. ebenfalls das Spectrum der Bunsenflamme mit einem Glasspectrographen,[1] ohne jedoch weiter gegen Ultraviolett vorzudringen, als es mir seinerzeit gelungen war.

Um jedem Irrthum vorzubeugen, bemerke ich, dass diese ultravioletten Banden von mir bereits, wie oben erwähnt, zwei Jahre früher gefunden und in Lichtdruck publicirt worden waren.

Obschon weder Prof. H. W. Vogel, noch ich selbst Wellenlängenmessungen der damals mit Glaskörpern hergestellten Spectrumphotographien der Bunsenflamme angestellt hatten, so ergibt sich dennoch aus den veröffentlichten Lichtdrucken die Identität der betreffenden, von uns beiden photographirten Spectren.

Genaue Messungen der Wellenlängen der Strahlenbündel im Emissionsspectrum der Bunsenflamme, im violetten und ultravioletten Theil (Band ε, ζ, η, ϑ) liegen bis jetzt noch nicht vor.

Ich unterzog deshalb die ganzen Kohlenbanden des Swan'schen Spectrums, besonders aber die von mir entdeckten ultravioletten Banden der Bunsenflamme η und ϑ einer genauen Messung, deren Resultate unten tabellarisch zusammengestellt sind.

Beschreibung des verwendeten Quarzspectographen.

Bei meinen Versuchen war ich bestrebt, das gesammte Spectrum, vom rothen Theile bis zum äussersten Ultraviolett, auf einer Platte mittels Quarzkörper zu photographiren; nur auf diese Weise lässt sich ein typisches Bild der Eigenthümlichkeiten eines Spectrums herstellen, was ebenso wichtig für Absorptions- als Emissionsspectren ist.

Wie bereits Herr V. Schumann aufmerksam machte,[2] liegt die Schwierigkeit, den sehr ausgedehnten Spectralbezirk von λ 7600—1988 Aluminium Nr. 30), um den es sich hier handelt, zu photographiren, darin

[1] Sitzungsberichte der preuss. Akademie der Wissenschaften. Berlin 1888, Bd. 21 (April).

[2] Eder's Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik für 1890, S. 159.

dass die Krümmung der Diakaustik der Linsen hinderlich ist. Ihr zufolge erscheint eine solche Aufnahme nur theilweise scharf. Von der Stelle an, wo sich Diakaustik und Platte berühren — was gewöhnlich in der Spectrumsmitte geschieht — nimmt die Bildschärfe nach beiden Seiten hin ab.

Diesen Übelstand hat man bis jetzt dadurch umgangen, dass man nicht das ganze Spectrum auf einmal, sondern beide Hälften nach einander aufnimmt und dabei jedesmal die Schiefstellung der lichtempfindlichen Platte der Brennfläche der Linse anpasst. Solche getrennte Aufnahmen sind nicht verwendbar, wenn es sich darum handelt, gleichzeitig ein typisches Bild des ganzen Spectrums zu erhalten, wie es für meine Versuche mir von besonderem Werth schien.

Von der Anwendung der von Herrn Cornu empfohlenen Achromaten aus Quarz und weissem Flussspath[1] musste ich absehen, weil farbloser Flussspath von tadelloser Durchsichtigkeit nicht erhältlich ist.

Hartley stellte bei seinen Aufnahmen der Ultravioletten auf die Cadmiumlinie Nr. 17 ($\lambda = 2743$) ins Minimum der Ablenkung ein. Dabei passiren dann alle übrigen Strahlen, mögen sie der brechbareren oder der anderen Hälfte des Spectrums angehören, das Prisma nicht symmetrisch, und wie bekannt, verliert das Linienbild umsomehr an Schärfe, je weiter es sich vom Minimum der Ablenkung entfernt.

V. Schumann in Leipzig, dem wir die genauesten Studien mit dem Quarzspectographen verdanken, und der mir bei der Anfertigung meines Spectographen freundlichst mit Rath und That behilflich war, theilte mir seine Beobachtungen über diese Art der Einstellung (nach Hartley) mit; er fand, dass die beiden Spectrumhälften an Deutlichkeit verschieden sind, und dass die minder brechbare die besser definirte von beiden ist. Noch augenfälliger wird dieser Unterschied, wenn man vom Ultravioletten ganz absieht und nur mit dem sichtbaren Spectrum operirt.

Bringt man dann beispielsweise die gelbe Natronlinie einer Kochsalzflamme in die Stellung der kleinsten Ablenkung und dreht das Prisma, so wird genannte Linie wenig an Schärfe verlieren, so lange der Einfallswinkel, welchen die vom Spalt kommenden Strahlen mit der ersten brechenden Fläche des Prismas bilden, wächst; dahingegen wird ihre Reinheit bei ungewöhnlicher Verbreitung rasch zurückgehen, sobald der genannte Winkel abnimmt. Diese Thatsache benützte V. Schumann, um die bisher gekrümmte Diakaustik der Quarzlinsen in eine möglichst plane Fläche umzugestalten.

Zu dem Zwecke stellt man das Prisma nicht wie bisher für die Cadmiumlinie Nr. 17, sondern für die brechbarste Linie des Zinks Nr. 29 ins Minimum der Ablenkung ein.

Von der Neigung der ersten Prismafläche zur Achse des Collimators hängt zugleich die Länge des Spectrums ab. Durch geeignete Deckung des Prismas lässt sich die Spectrumlänge dergestalt verändern, dass das Bild, vornehmlich in den Endbezirken, sichtbar an Reinheit gewinnt. — Nicht ohne Einfluss auf das Endresultat sind die Längen der Camera und des Collimators. Rohre gleicher Länge geben nicht die besten Resultate. Bei mässiger Verkürzung des Collimators und entsprechender Verlängerung der Camera erlangt man im ganzen Spectrum gleichmässigere Schärfe, denn je zuvor.

Die Ermittlung der zweckdienlichsten gegenseitigen Stellung von Collimator, Prisma und Platte ist eine zeitraubende Arbeit. Es versteht sich wohl von selbst, dass nur die Resultate der photographischen Beobachtung ausschlaggebend sind.

Mit meinem, nach diesen Schumann'schen Principien hergestellten Quarzspectrographen erhielt ich Spectrumbilder von $\lambda = 7600$ (Roth) bis $\lambda = 1988$ (Aluminium Nr. 30) mit vollkommen scharfer Definition, welche das Ausmessen mit grösster Genauigkeit gestatteten.

Die „Quarzlinsen" waren aus reinstem Bergkrystall (senkrecht zur optischen Axe) geschnitten; sie hatten beiläufig eine Brennweite von 75 *cm* für die gelbe Natriumlinie. Beide Linsen waren planconvex und symmetrisch. Der Krümmungsradius war $= 392$ *mm* und der Durchmesser $= 38^1/_2$ *mm*. Eine dieser Linsen diente als Collimatorlinse, die andere als photographisches Objectiv. Das Quarzprisma war (nach Cornu)

[1] Cornu, Darstellung des photographischen Spectrums von Violett bis zur Linie Nr. 32 des Aluminium auf derselben Platte. (Eder's Jahrbuch für Photographie für 1889, S. 267.)

zweitheilig; jeder Theil war ein 30gradiges Prisma, wovon das eine rechts, das andere links drehend war. Die beiden Halbprismen waren senkrecht zur optischen Axe geschnitten, wie in Fig. 3 *a* ausgedrückt ist. Beide Hälften wurden zusammengestellt[1] und gaben dann ein combinirtes Prisma von 60 Grad brechendem Winkel.

Fig. 3.

a rechts drehender Quarz.
b links drehender Quarz.

In Folge der Verwendung nicht achromatisirter Quarzlinsen musste die empfindliche Platte stark gegen die Axe der Cameralinse geneigt werden; die Vereinigungsweite der ultravioletten Strahlen ist nämlich bei den obigen Bedingungen bedeutend kürzer als jene der rothen und gelben.

Wie bereits erwähnt, muss die Lage der empfindlichen Platte der Lage der Brennfläche der Quarzlinsen angepasst werden.

Bei dem von mir verwendeten Apparat beträgt die Schiefstellung der Platte ungefähr 25°, d. i. der Winkel, den die Platte mit der Axe der Linse einschliesst. Durch diese Schiefstellung der Platte wird das Spectrumbild um das Zweieinhalbfache verlängert.

Es wächst somit scheinbar die Dispersion (wie bereits Schumann[2] aufmerksam macht), aber freilich auch das Verhältniss der Breite der Spectrumlinien. Es ist diese Längenzunahme des Spectrums, in Anbetracht der schwachen Dispersion des Quarzes, ein namhafter Vortheil, und da sie lediglich aus der Chromasie der Cameralinse resultirt, so ist die einfach chromatische Quarzlinse einem achromatischen Quarz-Flussspathobjectiv in diesem Falle entschieden vorzuziehen.

Das Platteuformat für meine Spectrumphotographien ist 30 *cm* Länge und 8 *cm* Breite.

Durch Anwendung des Lockyer'schen Spaltes mit Riegeln lassen sich bei ungeänderter Lage der photographischen Platte fünf Spectrumaufnahmen übereinander machen. Die Cassette kann 4—5mal verschoben werden, so dass auf eine Platte 4—5 Aufnahmen mit voller Spaltbreite, oder 20—25 Aufnahmen mit partiell geöffneter Spalte sich machen lassen.

Selbstverständlich ist die Dispersion des Quarzspectrographen in optisch hellem (sichtbarem) Spectrum gering.

Die Ausdehnung des Spectrums von der gelben Na-Linie (D) bis zum Ende des Violett (Linie H des Sonnenspectrums) beträgt $3^1/_2$ *cm*, dagegen ist die Länge des ultravioletten Spectrums H ($\lambda = 3968$) bis zur Cadmiumlinie ($\lambda = 2147$) $= 20$ *cm*.

Das Arbeitszimmer.

Das Zimmer, worin die Beobachtungen angestellt wurden, war vollkommen verfinstert, und es wurde auf Erhaltung einer möglichst gleichmässigen Temperatur geachtet. In der That bewirkte selbst die 4tägige fortgesetzte Belichtung nicht die nachweisbare Verdopplung irgend einer Linie. Trotzdem wendete ich die Vorsicht an, dass ich bei einer längeren Belichtungsdauer das Metall-Vergleichsspectrum nach Ablauf der ersten Hälfte der Gesammt-Belichtungszeit während des Brennens der Bunsen'schen Flamme und durch dieselbe hindurch auf die Bromsilberplatte photographirte. Dadurch wurde beabsichtigt, das Vergleichsspectrum mit Bezug auf den mittleren Stand des Spectographen anzubringen, im Falle der andauernd vor dem Spalt brennende Bunsenbrenner eine geringe Veränderung herbeigeführt haben sollte. Die Erwärmung des Spaltschlittens betrug bei dieser Anordnung ungefähr 28° C., während die Lufttemperatur im Raume durchschnittlich 17° C. war.

[1] Ohne jedes Bindemittel. Canada-Balsam ist für die Photographie des Ultravioletts ganz ungeeignet; dagegen wäre dickes Glycerin verwendbar, welches die ultravioletten Strahlen äusserst wenig absorbirt.

[2] Eder's Jahrbuch für Photographie für 1889, S. 233.

Behandlung der photographischen Platten.

Die angewendeten photographischen Platten waren hochempfindliche Bromsilber-Gelatinplatten von einer Empfindlichkeit = 23° des Warnerke-Sensitometers.

Zum Theil wurden selbsterzeugte Jod-Bromsilberplatten (mittelst Silberoxydammoniak nach Eder's Methode hergestellt,[1] zum Theil auch Platten aus der Emulsionsplattenfabrik von Dr. Schleussner in Frankfurt a/M. verwendet. Selbstverständlich muss die Emulsion auf Spiegelglas aufgetragen sein. Das Plattenformat war 8 : 30 *cm*.

Als Entwickler diente Pyrogallol-Soda oder Pyrogallol-Pottasche, welche Entwicklungsart für die Schärfe der Spectrallinien sich entschieden vortheilhafter erwies, als der in neuerer Zeit in der Photographie häufig verwendete Hydrochinon- oder Eikonogen-Entwickler.

Für die selbstbereiteten Silberoxydammoniakplatten benützte ich in der Regel einen folgendermassen zusammengesetzten Pyrogallol-Soda-Entwickler:

A. 100 *gr* neutrales Natriumsulfat (Krystall.),
500 *ccm* Wasser,
6 Tropfen concentrirte Schwefelsäure,
14 *gr* Pyrogallol.

B. 50 *gr* Krystallisirtes Natriumcarbonat,
500 *ccm* Wasser.

C. 1 *gr* Bromkalium,
10 *ccm* Wasser.

Vor dem Gebrauche mischt man 1 Vol. *A* mit 1 Vol. *B* und 1 Vol. Wasser; entwickeln sich die Platten in diesem Gemische nicht ganz schleierlos, so fügt man auf ungefähr 50 *ccm* Entwickler 4—6 Tropfen von Bromkaliumlösung hinzu.

Schleussner-Platten und andere minder kräftig arbeitende hochempfindliche Gelatine-Emulsionsplatten entwickelte ich dadurch, dass ich eine Pottaschelösung aus

D. 50 *gr* calcinirtes Kaliumcarbonat und
500 *ccm* Wasser

herstellte und in obiger Vorschrift an Stelle der Natriumcarbonat-Lösung verwendete; es genügt die halbe Menge der Pottaschenlösung, nämlich

20 *ccm A.* (Pyrogallol-Lösung),
10 *ccm D.* (Kaliumcarbonat-Lösung),
20 *ccm* Wasser
und 4—6 Tropfen Bromkalium-Lösung.

Als Fixirer dient angesäuerte Natrium-Hyposulfit-Lösung, nämlich:

250 *gr* Natrium-Hyposulfit (Fixirnatron),
1 Liter Wasser,
50 *ccm* concentrirte Natrium-Bisulfit-Lösung.[2]

In diesem sauren Fixirbade werden die Negative sehr klar und verlieren jede Spur von Gelbfärbung der Gelatineschichte, welche die mit Pyrogallol entwickelten Platten öfters zeigen.

[1] Siehe Eder's Photographie mit Bromsilber-Gelatineplatten, 1890. (Knapp, Halle a. d. Saale.)

[2] Nämlich concentrirte Natrium-Bisulfit-Lösung, welche mit Schwefeldioxyd übersättigt ist. Solche Lösungen kommen zu billigen Preisen in den Handel und werden gegenwärtig in der praktischen Photographie häufig verwendet. (S. Eder's Photographie mit Bromsilbergelatine, 3. Aufl. 1890, S. 309.)

Sollen bei der Photographie der Spectren die gelben und grünen Strahlen berücksichtigt werden, so bedient man sich orthochromatischer Platten, welche ich mir stets selbst aus gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten durch Färbung mit Erythrosin oder Erythrosinsilber darstelle.

Man stellt eine Lösung von 1 Theil Erythrosin [1] und 1000 Theilen Wasser und andererseits eine Lösung von 1 Theil Silbernitrat in 80 *ccm* Wasser her. Vor dem Gebrauche werden

25 *ccm* Erythrosin-Lösung,
1 *ccm* Silbernitrat-Lösung,
$^1/_2$ *ccm* = 8 Tropfen Ammoniak (Dichte = 0·91)
und 75 *ccm* Wasser

gemischt, bestens filtrirt und in der Dunkelkammer darin eine gewöhnliche Emulsionsplatte durch 1 Minute gebadet.[2] Die Platten werden frei in der Luft bei völliger Finsterniss getrocknet und halten sich dann 2—3 Tage lang.

Der Ausmessapparat.

Zum Ausmessen der Lage der Spectrallinien auf den photographischen Negativen müssen sehr genaue Ausmessapparate verwendet werden, bei welchen man grössere Strecken der Negative rasch und sicher messen kann. Mein Ausmessapparat wurde nach dem Muster des bewährten V. Schumann'schen Instrumentes [3] durch Herrn E. v. Gothard in Hereny construirt und angefertigt.

Derselbe besteht in Folgendem: Als Massstab dient ein Millimeterstab (von Wanschaff, Berlin), an welchem die Ablesung mittelst eines Ablesemikroskopes erfolgt; in fester Verbindung mit dem Mikroskope bewegt sich ein zweites Mikroskop, welches zur Einstellung der Spectrallinien dient. Das Mikrometergewinde im Ocular-Schrauben-Mikrometer wird nur auf die Strecke eines Millimeters benützt; grössere Strecken werden am Millimeterstab abgelesen. Fig. 4 und 5 zeigt die Hinter- und Seitenansicht des Instrumentes.

Fig. 4.

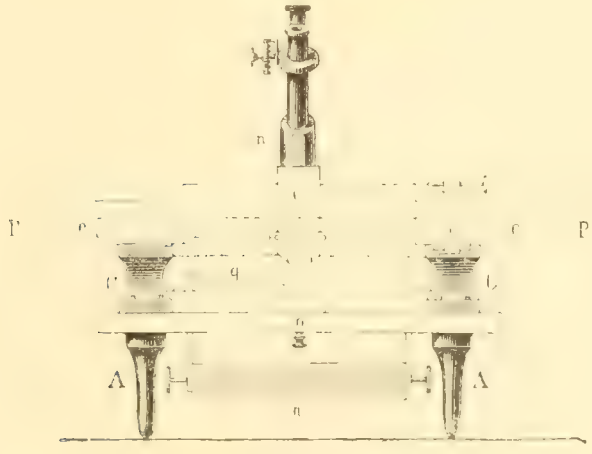
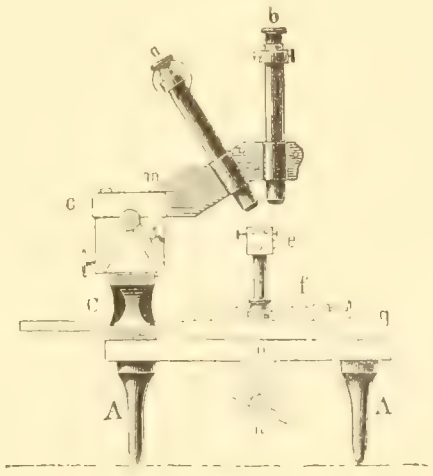


Fig. 5.

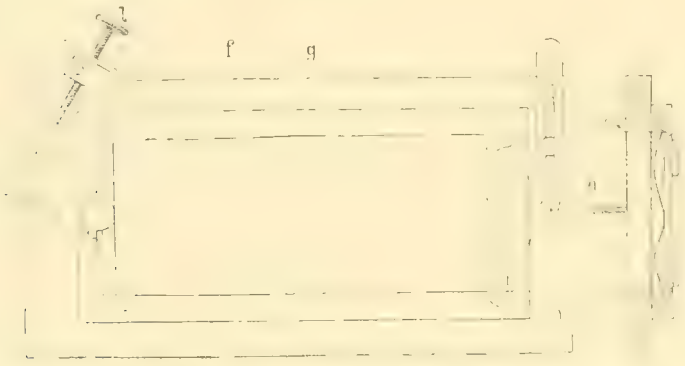


A in Fig. 4 und 5 ist ein massiver Eisentisch, welcher mit dem Eisenprisma *pp* und dem eisernen Tisch *oo* fest verbunden ist. Auf dem Prisma *pp* ist der Schlitten *c* aufgesetzt, welcher durch sein eigenes Gewicht auf demselben ruht und die beiden Beobachtungsmikroskope *a* und *b* mit dem massiven, festverbundenen Bügel *m* trägt. Der Schlitten hat eine Rohbewegung mittelst einer Zahnstange und Schraube; für die feine Bewegung ist eine Mikrometerschraube *d* angebracht, welche gleichfalls auf einem separaten kleinen

[1] Die Erythrosinsorten des Handels sind sehr verschieden; ich benutzte stets Erythrosin von Dr. Schuchardt in Görlitz.
[2] Die Tasse muss hiebei stets geschwenkt werden, um Flecken zu vermeiden.
[3] Siehe Konkoly, Anleitung zur Himmelsphotographie. 1887. S. 191.

Schlitten *d* ruht, dessen Backen das Prisma umschliessen und auf diesem — an beliebiger Stelle — mit einer Klemmschraube festgeklemmt werden kann. Der obere Theil dieser Vorrichtung trägt die Mikrometerschraube *r*. Durch diese Schraube werden die Ablesemikroskope mit dem Schlitten *c*, auf welchem sie befestigt sind, von rechts nach links geschoben; diese Bewegung ist sehr sicher, dient jedoch nur zum Freieinstellen auf kleinen Strecken. Fig. 3 zeigt den Tisch, auf welchen die Spectralnegative festgeklemmt oder mit Klebwachs fixirt werden. Auf dem Tische *o* (Fig. 2) liegt ein planer Rahmen *g* (Fig. 4), auf welchem sich ein beweglicher Rahmen *f* befindet. Dieser dreht sich um den Zapfen *o* und kann mit der Schraube *l* derart bewegt werden, dass die Spectrallinien der Platte senkrecht auf die Bewegung des die Ablesemikroskope tragenden Schlittens *c* (Fig. 4 u. 5) zu stehen kommen

Fig. 6.



Die Negative werden in den Rahmen *f* eingespannt, damit sie sich während des Ablesens nicht verschieben. Der Millimeterstab (*e*) ist mittelst zweier Säulen mit den Rahmen *g* verbunden. Die Spectralnegative werden beim Ausmessen von unten mittelst eines Spiegels (*u*) beleuchtet; mitunter nimmt man die Spectrallinien im Mikroskope besser wahr, wenn statt des Spiegels eine weisse Porzellanplatte als Reflector benützt wird.

Das eine Ablese-Mikroskop (*a* und *b*) ist auf den Mikrometerstab, das andere auf das Negativ eingestellt; ersteres ist mit einem Ocularmikrometer, letzteres blos mit einem Andreaskreuz versehen. Die Vergrösserung ist eine 20fache.

Die Mikrometerschraube im Mikroskope *a* hat 10 Gänge auf einen Millimeter und die Trommel ist in 100 Theile getheilt. Die Einrichtung der Mikrometervorrichtung zeigt Fig. 7, 8 und 9. (Konkoly a. a. O.)

Fig. 7.

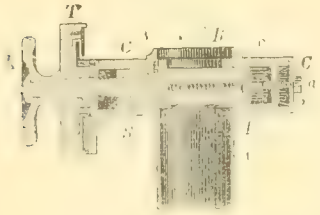


Fig. 8.

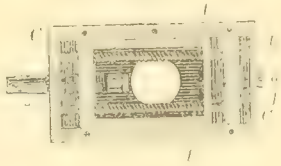
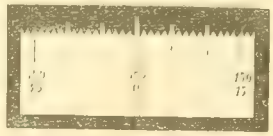


Fig. 9.



A ist das Mikroskoprohr, auf welches der viereckige Kasten *cc* aufgesetzt ist; in diesem bewegt sich der Rahmen *c* (Fig. 7), auf welchen die beiden in Fig. 9 sichtbaren parallelen Fäden aufgespannt sind; in diesem Rahmen befindet sich auch das Muttergewinde der Mikrometerschraube *S*, welche an ihrem äusseren Ende die Trommel *T* und den Knopf *K* (Fig. 6) trägt. Der todte Gang der Mikrometerschraube ist durch zwei Spiralfedern (*f* und *f'*) aufgehoben. Die Platte *b*, Feder *f''* und Schraube *a* dienen zur Collection des Nullpunktes der Zählung. (Fig. 8.)

Das Ausmessen der Spectrallinien, bei welchem mir, sowie bei einem Theile der hier beschriebenen Versuche Herr J. Hof und Herr Ritter v. Reisinger assistirten, geschah direct an den Originalnegativen, welche auf den Ausmessapparat mittelst Klebwachs derartig aufgekittet waren, dass eine Verschiebung ohne Gewaltanwendung nicht möglich war. Das Einstellen des Fadenkreuzes des Messapparates auf die Spectrallinien geschah bei scharfen Linien stets auf die Mitte derselben. Bei verwaschenen Linien, insbesonders bei solchen, welche (wie die Linien des Bandenspectrums des Kohlenstoffs) gegen die eine Seite scharf sind, gegen die andere allmälig schwächer werdend sich bei verlängerter Belichtung verbreiten, ist das Einstellen schwieriger; es ist nämlich weder die Lage der scharfen Kante constant, noch die Mitte des breiten Streifens.

Der Grund liegt darin, dass die scharfe Kante sich bei verlängerter Belichtung um einen kleinen Betrag, in Folge der Verbreitung verschiebt, dagegen die allmählig verlaufende verwaschene Seite einer solchen Linie bei verlängerter Belichtung sich unverhältnismässig stärker verbreitet. Aus diesem Grunde ist sowohl das Einstellen auf die scharfe Kante, als auf die Mitte unsicher. Dagegen erhält man constante, vergleichbare Zahlen, wenn man die Ablesung solcher einseitig verwaschenen Linien folgendermassen vornimmt: Man bringt die Lichtquelle derartig vor den Spalt, dass sie den Spalt nicht vollkommen gleichartig deckt, sondern in der Mitte des Spaltes eine stärkere Lichtwirkung erfolgt, als an den Enden desselben. Man erreicht dies z. B. wenn man in Leuchtgas einen Strom von Sauerstoff einführt, so dass ein kleiner intensiver, blauer Flammenkegel entsteht, welcher nur die Hälfte des Spaltes bedeckt. Dadurch erhält man Spectrographien, auf welchen die Linien in der Mitte stark sind, an den Enden aber allmählig schmäler werden und sich endlich ganz verlieren. An diesen schmalen Enden, jedoch in einer der Mitte des Spectrumbandes parallelen Richtung erfolgt dann die Einstellung mit Sicherheit und repräsentirt die Ablesung das Maximum der Wirkung (Helligkeit) der betreffenden Spectrallinien. Selbstverständlich differiren diese Ablesungen von jenen, bei welchen die scharfe Kante eingestellt ist; z. B. bei den Kohlenstoffbanden β, γ, δ etc. sind die aus den erstgenannten Ablesungen gerechneten Wellenlängen etwas kleiner als die nach der letzteren Methode ermittelten Zahlen.

Aus den erwähnten Gründen scheint mir jedoch die Ablesung von der Mitte der allmählig schwächer werdenden und schliesslich dünnen Linie, an jener Stelle, wo sie schon bedeutend verschmälert, aber eben noch lich sichtbar ist, die genaueste und richtigste zu sein; in dieser Weise erfolgte auch die Ausmessung der gesammten Linien des Swan'schen Spectrums.

Die Herstellung der Kohlenwasserstoffflamme und der vergleichenden Spectrumphotographien der ersteren mit den Metall-Spectren.

Zur Beobachtung des Swan'schen Spectrums wurde der blaue untere Flammenkegel eines Bunsen'schen Gasbrenners benützt. Derselbe hatte einen Rohrdurchmesser von 2 *cm*; der obere Theil der Röhre bestand aus starkem Platinblech, damit die Flamme nicht verunreinigt werde. Diese Platinröhre liess sich leicht herabnehmen, so dass sie vor und nach jedem Versuche sorgfältig durch Auskochen mit Wasser, beziehungsweise Salpetersäure, gereinigt werden konnte. Der Luftzutritt zum Brenner war so reichlich, dass sich an der nicht leuchtenden Bunsenflamme keine Spur eines leuchtenden Saumes bemerken liess.

Eine Versuchsreihe wurde mit Anwendung eines Quarz-Condensors gemacht — eine andere ohne Condensor, so zwar, dass die Flamme ungefähr 8 *cm* vor den Platinspalt des Collimatorrohres gebracht wurde.

Bei der erstgenannten Anordnung (d. i. Schumann'scher Condensor mit gekreuzten Quarzcylinderlinsen) war das Spectrumbild schwächer. Da der blaue Flammkegel des Bunsen'schen Gasbrenners reichlich die ganze Höhe des Spaltes des Spectrographen bedeckte, so wurden bei der directen Aufstellung der Flamme vor dem Spalt auf der photographischen Platte Spectrumphotographien erhalten, welche die Linien entsprechend der vollen Länge des Spaltes gaben.

In ähnlicher Weise wurde das Linnemann'sche Sauerstoffgebläse vor dem Spalt aufgestellt und mit Wasserstoff, welcher mit Leuchtgas, Sauerstoff oder Wasserstoff, Benzoldampf oder Petroleumäther gesättigt war,[1] gespeist.

Das Vergleichsspectrum.

Zur Herstellung und gleichzeitigen Photographirens eines Vergleichsspectrums wurde mittelst eines grossen Ruhmkorff das Funkenspectrum einer Legirung von Cadmium, Zink und Blei (zu gleichen Theilen) erzeugt. Das Ruhmkorff'sche Inductorium gestattete die Erzielung einer Funkenschlagweite von 25 *cm*. Der elek-

[1] Dies geschah durch Einleitung des Gases in drei Woulff'sche, hinter einander aufgestellte Flaschen, welche zur Hälfte mit Benzol etc. gefüllt waren, so dass der Wasserstoff die Kohlenwasserstoffschichte mehrmals passiren musste. Der Wasserstoff war aus reinstem Zink und Schwefelsäure entwickelt und durch Waschen mit Silbersulfatlösung, Ätzkali, concentrirter Schwefelsäure gereinigt.

frische Strom wurde mittelst sechs grosser Vohwinkel'scher Elemente (platinirtes Blei mit Chromsäure, amalgamirtes Zink in einem Thondiaphragma mit verdünnter Schwefelsäure) erzeugt; die Batterie gab, frisch gefüllt 17 Ampère und 12 Volt Spannung. Der Funke wurde durch Einschaltung von drei grossen Leydenerflaschen verstärkt. Die Distanz der Metallelektroden betrug ungefähr 2 Millimeter. Der Funkengeber war in einer Entfernung von 40 bis 50 *cm* vom Spalt des Spectralapparates aufgestellt, so dass die Guttaperchabestandtheile desselben selbst beim andauernden Brennen der Gasflamme nicht Schaden leiden konnten. Der Metallfunke schlug in horizontaler Richtung über und ferner wurde derselbe vor die Mitte des Spaltes gebracht. Dadurch erreichte ich, dass ein scharf definirtes Spectrum der Legirung in der Mitte der Platte entstand.

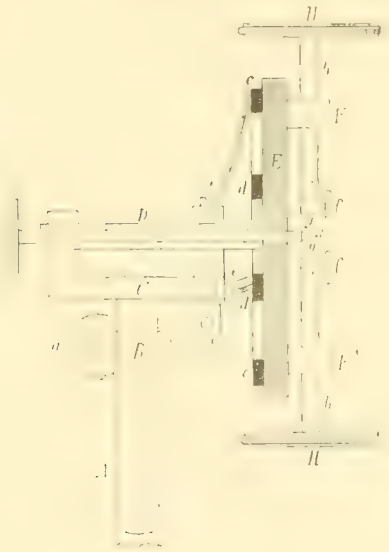
Der Spalt war (nach Lockyer's Vorgang) durch fünf kleine Schieber verdeckt, welche successive geöffnet oder geschlossen werden konnten. Das Funkenspectrum der Cadmium-, Zink-, Blei-Legirung photographirte ich bei geöffnetem Mittelriegel mit einer Belichtungsdauer von 10 bis 20 Minuten; während dieser Zeit entsteht eine vollkommen kräftige, gut definirte Photographie der Metalllinien und zwar nicht nur der Hauptlinien, sondern auch der von Hartley genau bestimmten schwächeren Linien.[1]

Dadurch wird ein hinlänglich gleichmässig sich über die Bildfläche erstreckendes Vergleichsspectrum erhalten, welches so kräftig ist, dass es durch das mit hinein photographirte Swan'sche Spectrum gut erkennbar ist.

Um die zum Swan'schen Spectrum gehörigen Linien von denjenigen der Metalllegirungen leicht und sicher unterscheiden zu können, liess ich das Spectrum der Bunsen'schen Flamme bei voller Spaltöffnung einwirken. Es breitet sich demnach auf den schliesslich erhaltenen Spectrumphotographien das Swan'sche Spectrum mit doppelter Länge der Linien oberhalb und unterhalb des Vergleichsspectrums aus. Dadurch wird das Ausmessen der Linien wesentlich erleichtert und die Genauigkeit namhaft erhöht. Das Aufeinanderphotographiren von mehreren Spectren gibt jedoch dort zu Unklarheiten Anlass, wo die Platte von lichtstarken Linien verschiedener Spectren getroffen wird. In diesem Falle müssen die Spectren nebeneinander photographirt werden, ohne dass die photographische Platte oder der Spectrograph verändert werden darf; dies geschieht mittelst des vor dem Spalt befindlichen Riegels.

Beim Übereinanderphotographiren zweier zu vergleichender Spectren ist die grösste Sorgfalt auf das richtige axiale Einfallen des Lichtes der zu beobachtenden Lichtquellen zu legen. Das Einstellen des Metallfunkens geschah dadurch, dass eine kleine runde Blende dicht vor die Collimatorlinse eingesetzt wurde und dann das helle Spaltbildchen mit dem von Schumann empfohlenen, vor der Mitte des Prisma's befindlichen Spiegel[2] beobachtet wurde. Die Regulirung der Höhe des Inductionsfunkens geschah einem Eug. von Gothard'schen Funkengeber, dessen Einrichtung aus Fig. 10 ersichtlich ist. Er ist ähnlich dem von V. Schumann construirten und mit Erfolg verwendeten Apparat. Auf einem verstellbaren Röhren-Stativ *A* bewegt sich (mittelst einer Zahnstange und Schraube) die Stange *B* auf- und abwärts und kann mit der Schraube *a* geklemmt werden. Die dicke Ebonitscheibe *E* trägt zwei Messinglager *FF'*, welche die beiden starken Messingstäbe *bb* aufnehmen; diese Stäbe sind bei *gg* rund ausgebohrt, um die Electroden aufnehmen zu können, welche mit Hilfe der Schrauben *ff* festgeklemmt werden. Die Enden der Messingstäbe tragen grosse Ebonit-

Fig. 10.



[1] Wird der Metallfunke nicht genau gegenüber der mittleren Spaltöffnung erzeugt, so entsprechen die Spectrallinien nicht der ganzen Länge der freigelassenen mittleren Spaltlänge, sondern werden kürzer und verlaufen bald als längere, bald als kürzere Linien.

[2] Siehe Konkoly, Anleitung zur Himmelsphotographie, 1887 bei W. Knapp in Halle a. S.

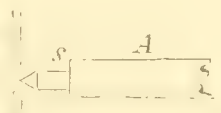
[3] Ibid.

scheiben, mit welchen man die Elektrodendistanz auch während des Ganges des Inductoriums verändern kann.

Auf der Rückseite der Ebonitscheibe E sind zwei Messingringe cc und dd aufgesetzt, wovon der eine mit F, der andere mit F' in leitender Verbindung steht. Die Polklemmen sind am Ebobitständer C aufgesetzt und mit Messingfedern mit den Ringen cc und dd in Contact gebracht.

Die Scheibe E kann um ihre Axe D beliebig gedreht werden, wobei stets der Strom eingeschaltet bleibt. Die Axe D ist hohl und in ihrem Innern kann leicht ein cylindrischer Stab aus Stahl, welcher, wie Fig. 11 zeigt, in eine Spitze S ausgeht, hin- und hergeschoben werden. Dieser cylindrische Stab dient (wie bei Schumann's Vorgang) zum Justiren der genauen Lage des Funkens. Man nähert nämlich die Elektroden stets in gleicher Weise der Spitze S, um sie constant auf eine bestimmte Stelle zu bringen; geringe Abweichungen in der Stellung der Elektroden bewirken nämlich ein Hin- und Herrücken des Metallspectrums auf der photographischen Platte, was bei Versuchen über Coincidenz von Linien vermieden werden muss. Auch kann man die Folgen der ungleichen Abnutzung der Elektroden, während einer photographischen Aufnahme, nicht nur durch Umschalten der Pole, sondern auch durch Drehung der Scheibe E um 180° unschädlich machen.

Fig. 11.



Das Bezugsspectrum.

Als Bezugslinien wurden die Hartley-Adeney'schen Zahlen [1] gewählt, da dieselben gut mit den von Liveing und Dewar angegebenen Zahlen (Phil. Transact. 1883. Vol. 174. Part. 1, ferner Phil. Transact. 1888) [2] für die Wellenlängen $\lambda > 2370$ stimmen. [3]

Die Ausmessungen der Spectrumnegative und die darnach durch Interpolirung berechneten Wellenlängen der in dieser Abhandlung angeführten Spectren bezog ich auf nachfolgende Linien der aus gleichen Theilen hergestellten Legirung von Cadmium, Zink und Blei, auf einige charakteristische Luftlinien, sowie in einzelnen Fällen auf das mitphotographirte Magnesiumspectrum (im Inductionsfunken).

Pb	5607 ?	Thaleh
Cd	5378	„
Mg	5183	„
Mg	5172	„
Mg	5167	„
Cd	5085	„
Cd	4799	„
Zn	4721	„
Zn	4680	„
Mg	4481·0	„
Pb	4386·4	Hartley u. Adeney
Luft	4348·4	„
Pb	4245·3	„
Pb	4057·6	„
Luft	3994·5	„
Luft	3954·8	„
Luft	3918·5 λ	Hartley u. Adeney
Mg	3837·9	„
Pb	3682·9	„
Pb	3639·2	„
Cd	3611·8	„
Cd	3609·6	„
Pb	3572·6	„
Cd	3466·8	„
Cd	3402·9	„
Zn	3344·4	„
Zn	3301·7	„
Zn	3281·7	„
Cd	3260·2	„
Cd	3249·5	„
Pb	3176·0	„
Cd	3161·0	„
Cd	3132·5	„

[1] Hartley und Adeney, Measurements of the Wave-Lengths of Lines of high refrangibility in the Spectra of elementary Substances. (Phil. Transact. of the Royal Society, 1884. (Im Auszug: Watts, Index of Spectra, Manchester 1889.))

[2] Im Auszuge: Watts, Index of Spectra, 1889.

[3] Vergl. A. Grünwald, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. 2. Abth., Bd. 93 S. 791. Wien, 1890.

Mg	3096·2 λ	Hartley u. Adeney	Zn	2770·2 λ	Hartley u. Adeney
Cd	3095·0	„	Cd	2747·7	„
Cd	3084·3	„	Zn	2711·5	„
Zn	3075·6	„	Pb	2662·5	„
Zn	3071·7	„	Pb	2613·4	„
Zn	3035·4	„	Zn	2607·6	„
Zn	3017·5	„	Cd	2572·2	„
Cd	2979·9	„	Zn	2557·3	„
Cd	2947·1	„	Zn	2526·3	„
Cd	2880·1	„	Zn	2521·3	„
Pb	2872·2	„	Zn	2514·7	„
Pb	2832·2	„	Zn	2501·5	„
Pb	2822·1	„	Zn	2490·4	„
Pb	2801·4	„	Cd	2469·3	„
Zn	2800·1	„	Zn	2441·6	„

Die Wellenlängen sind, bei meinen Untersuchungen, in Angström'schen Einheiten $10-7\,mm$ angegeben, wie dies auch von H. Kayser und Runge[1] und Anderen geschah. Die Genauigkeit meiner Messungen erstreckte sich im sichtbaren Spectralbezirke zumeist auf Eine Angström'sche Einheit; im Ultraviolett, wo die Dispersion eine viel grössere ist, dagegen bis auf $^1/_{10}$ Angström'sche Einheit. Es entsprechen nämlich 159 Theile des von mir benützten Ausmessapparates z. B. im Gelb zwischen Pb = λ = 5607 bis Cd = λ = 5378 einer Angström'schen Einheit im Blau zwischen Cd = 4799 bis Zink = λ = 4721 entsprechen 230 Theile = 1 Angström'sche Einheit; im Ultraviolett zwischen Zn = λ = 3344 bis Zn = λ = 3302 entsprechen 653 Theile = 1 Angström'sche Einheit und zwischen Pb = λ = 2613 bis Zn = λ = 2608 entsprechen 1346 Theile einer Angström-Einheit.

Beschreibung des Emissionsspectrums der brennenden Kohlenwasserstoffe (Swan'sches Spectrum) auf Grund meiner Untersuchungen.

Im Emissionsspectrum der mit Sauerstoff verbrennenden Kohlenwasserstoffe (blauer Flammenkegel) kann man zwei Hauptarten von Spectren unterscheiden:

1. Die dem Kohlenstoff oder Kohlenwasserstoff angehörenden Bande.
2. Das dem verbrennenden Wasserstoff (Wasserdampf) zugehörige Spectrum.

I. Die dem brennenden Kohlenwasserstoff oder Kohlenstoff angehörigen Bandenspectren im Swan'schen Spectrum.

Im Spectrum des brennenden Leuchtgases oder anderer brennender Kohlenwasserstoffe, welche mit hinlänglichen Mengen Luft oder Sauerstoff verbrennen, so dass sich ein schwach leuchtender blauer Flammenkegel zeigt, erscheinen bei Beobachtungen im Quarzspectrographen acht leuchtende Banden, welche aus mehr oder weniger zahlreichen hellen Linien bestehen, die sich von einem nicht leuchtenden Grund abheben; an einzelnen Partien dieser Banden tritt neben den hellen Linien ein schwach leuchtendes continuirliches Spectrum auf, welches an den intensivsten Stellen der Bande mehr oder weniger deutlich erscheint, einen Theil der Bande erfüllt und in der Richtung der weniger hell verlaufenden Seite der Bande bald aufhört. Dieses continuirliche, leuchtende Spectrum, von welchem sich die noch helleren Spectrallinien abheben, tritt besonders im sichtbaren Theil des Spectrums bei den Banden γ und ζ auf, ist jedoch bei allen beobachteten Banden mehr oder weniger bemerkbar.

[1] Über die Spectren der Elemente. Abhandl. d. königl. preuss. Akademie d. Wissenschaften. Berlin 1889.

Die bis jetzt bekannten, einschliesslich der von mir aufgefundenen Banden des sogenannten Swan'schen C-Spectrums lassen sich entsprechend dem Baue der Linien, aus welchen sie bestehen, in zwei verschiedene Gruppen theilen.

1. Erste Gruppe von C-Banden des Swan'schen Spectrums, welche gegen das weniger brechbare Ende zu die stärksten Linien aufweisen und in derselben Richtung eine scharfe kräftige Kante zeigen, während die folgenden Linien, gegen das stärker brechbare Ende zu, allmälig schwächer werden und in grossen Abständen aufeinander folgen; hieher gehören die bis jetzt bekannten Bande α, β, γ, δ und die von mir zuerst genau ausgemessene Bande ζ.

2. Zweite Gruppe von Linien des Swan'schen Spectrums, bei welcher die Anordnung der Linien und die Abschattirung der Banden in der entgegengesetzten Richtung erfolgt; hiebei ist die charakteristische Grenzlinie der Bande gegen das brechbarere Ende gelegen, und hieran schliesst sich in der Richtung des weniger brechbaren Theiles des Spectrums eine aus zahlreichen Linien bestehende Bande an, bei welcher die Linien in derselben Richtung schwächer werden; zugleich folgen die Linien gegen das weniger brechbare Ende zu in immer grösseren Abständen.

Hieher gehören drei Banden in dem äusseren violetten und ultravioletten Theile des Spectrums und wurden bisher im Swan'schen Spectrum brennender Kohlenwasserstoffe noch nicht beschrieben. Es sind dies die von mir theils neu aufgefundenen, theils zuerst ausgemessenen homologen Banden ε, η und ϑ. Es ist für diese Banden charakteristisch, dass die gegen das stärker brechbare Ende gewendete, starke Schlusslinie derselben deutlich isolirt ist von der gegen das weniger brechbare Ende zu abschattirte Liniengruppe.

Besonders auffallend ist dies bei der Bande η, welche typisch ist; ganz analog ist der Bau der Gruppe ϑ, welche jedoch 5 bis 10 mal lichtschwächer als erstere ist; nach meiner Ansicht gehört auch die Bande ε zu dieser Gruppe von Banden. Es zeigen nämlich sämmtliche drei Bande die Eigenthümlichkeit, dass sie neben der dichten gegen das weniger brechbare Ende abschattirten Liniengruppe noch eine einzelnstehende Linie aufweisen, welche in einer geringen Entfernung, aber dennoch deutlich isolirt, sich an die erwähnte Liniengruppe gegen Ultraviolett zu anschliesst. (Siehe Taf. I, wo der Bau dieser Bande in der Reproduction am deutlichsten bei η ersichtlich ist.)

Beim Band ε ist dieser analoge Linienbau weniger deutlich sichtbar, weil sich die drei Linien $\lambda = 4380$, 4372, 4364[1] in die Bande ε hineinlagern und wahrscheinlich nicht zur eigentlichen, gegen Roth zu abschattirten Liniengruppe ε gehören.[2]

Einzelbeschreibung der Banden:

Die rothe Bande α erscheint in der gewöhnlichen Bunsenflamme als ein schwach sichtbares verschwommenes Band, welches nur beim Einblasen von Sauerstoff sich deutlich in Linien auflöst. Die beim Zutritt von Sauerstoff auftretende deutliche rothe Liniengruppe weist in Apparaten von mässiger Dispersion (1 bis 2 Glasprismen) 5 Linien auf. Besonders gut erscheint die Gruppe, wenn das Leuchtgas mit Benzol oder Petroläther etc. gesättigt ist, bevor es zum Verbrennen gebracht wird.

Die gelbe Bande β tritt in der gewöhnlichen Bunsenflamme viel deutlicher auf, besteht aus 5 Linien, wovon die am wenigsten brechbare die stärkste ist und die Linien gegen das brechbare Ende schwächer werden. Die letzte Linie ($\lambda = 5570$) ist in der gewöhnlichen Bunsenflamme kaum sichtbar. Verbrennt der Kohlenwasserstoff mit Sauerstoff im Gebläse, so wächst die Helligkeit dieser Bande sehr stark. In der Photographie sind die von mir gemessenen fünf Linien gut sichtbar; sie erscheinen hell auf einem schwach leuchtenden continuirlichen Grunde, welches continuirliche Spectrum sich noch über die letzte deutliche Linie ($\lambda = 5570$) erstreckt. Dieses Band ist nur auf Erythrosin-, Eosin-Platten oder ähnlichen sogenannten „ortho-

[1] Es sind dies drei Linien, welche besonders stark im brennenden Cyan auftreten. D. Kayser und Runge führen sie als die drei Kanten der fünf C-Bande (im elektrischen Flammenbogen zwischen Kohlenelektroden) an.

[2] In meinen Tabellen und Figuren ist trotzdem die gesammte Bande von $\lambda = 4380$ bis 4325 als „Bande ε" bezeichnet worden, weil sie beim Betrachten des Spectrums als abgeschlossene Gruppe erscheint.

chromatischen" Platten photographirbar. Auf gewöhnlichen Platten erscheint es nicht (vergl. Taf. I, Spectrum 2 und 3).

Die grüne Bande γ ist besonders intensiv und erscheint im Spectroskop als die selbstständige Bande der Bunsenflamme oder des Leuchtgas-Sauerstoffgebläses. Sie besteht aus drei sehr hellen Linien, wovon die am wenigsten brechbare Linie ($\lambda = 5164$) die hellste des ganzen sichtbaren Spectrums ist. Das Band ist ähnlich gegen das stärker brechbare Ende abschattirt und die Linien liegen in ähnlicher Weise auf einem schwach leuchtenden Grunde, wie beim Band β (s. Taf. I, Spectrum 2 und 3). Auch diese Bande lässt sich nur auf Erythrosinplatten etc. photographiren, wie Taf. I, Fig. 1 und Fig. 2 zeigen, wo bei ersterem die Gruppe fehlt, (diese Photographie ist auf gewöhnlichen Bromsilbergelatineplatten hergestellt) bei Spectrum 2 und 3 aber deutlich sichtbar ist, weil eine Erythrosieplatte benützt wurde, welche für Gelb und Grün unempfindlich ist.

Die blaue Band δ ist in der Bunsenflamme weniger intensiv als das vorige (Band γ), aber etwas heller als Band β. Es besteht aus 5 Linien. Wird Sauerstoff in den Kohlenwasserstoff geblasen, so werden die Linien heller, aber zugleich gewinnt das continuirliche schwache Spectrum, auf welchem diese Linien erscheinen, wesentlich an Helligkeit. Dieses Band und die folgenden lassen sich auch auf gewöhnlichen Bromsilbergelatinplatten gut photographiren.

Die violette Bande ε ist schwach sichtbar und es scheintdas Spectrum der Bunsenflamme oft nur ein verschwommener Streifen, dessen Mitte nach Lecocq die Wellenlänge = 4368 hat. Im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse, oder noch besser bei sehr lebhafter Verbrennung von Benzoldampf mit Sauerstoff wird die Bande, auch für das Auge sichtbar und in ein System von Linien aufgelöst.

In der Bunsenflamme wurde dieses Band von mir zuerst in Linien aufgelöst und photographirt.

Die Messung der Linien gelingt sowohl auf diesen Spectralphotographien der Bunsenflamme, als auch besonders gut bei der Photographie von Benzolflammen mit Sauerstoffgebläse; im ersteren Fall tritt ein schwächeres, im letzteren ein stärkeres continuirliches Spectrum hervor, an welchem sich bei länger belichteten oder dichter hervorgerufenen Negativen die Linien kaum mehr wahrnehmen lassen.

Auf Spectrum 1, 2 und 3 (Taf. I) ist das charakteristische Aussehen dieser Bande sichtbar; die feinen Linien gingen bei der Reproduction theilweise verloren.

Unmittelbar daran anschliessend folgt eine einzelnstehende starke Linie, welche charakteristisch ist und intensiver als irgend eine Linie der Bande ε in der Photographie erscheint. Die Linie ($\lambda = 4325$) wurde von mir, ebenso wie die zahlreichen Linien des ganzen Bandes ε in der Bunsenflamme und der Flamme anderer brennender Kohlenwasserstoffe aufgefunden und gemessen.

Die violette Bande ζ ist äusserst charakteristisch. Es ist dies das photographisch wirksamste Band des gesammten Bandenspectrums des Kohlenstoffes, und selbst bei ganz kurzer Belichtung tritt bei $\lambda = 431$ eine deutliche Lichtwirkung auf.

Die Linien sind zahlreich und regelmässig vertheilt und schattiren sich vom weniger brechbaren gegen das stärker brechbare Ende immer schwächer werdend, ab.

Diese Bande ζ kommt nach den mir vorliegenden Untersuchungen von Spectroskopikern nicht im elektrischen Flammenbogen vor (Thollon, Kayser, Runge u. A.), ebensowenig im Spectrum der mit Kohlenoxyd gefüllten Geissler'schen Röhren (Inductionsfunke).

Eine linienreiche Cyanbande beginnt (nach Kayser und Runge u. A.) bei $\lambda = 4216$, also an einer Stelle, wo die Linien meines Kohlenbandes ζ bereits aufzuhören beginnen; dieses Cyanband ist deshalb mit dem in brennenden Kohlenwasserstoffen vorkommenden Bande ζ, welches bei $\lambda = 4310$ (bei kurzer Belichtung) oder bei $\lambda = 4315$ (bei langer Belichtung) am intensivsten auftritt, nicht identisch[1], sondern es ist die letztere eine höchst charakteristische Bande des sogenannten Swan'schen Spectrums.

---

[1] Nach Salet (Ann. Chemie u. Phys. 1873, Bd. IV, S. 60) gibt der elektrische Funke in Leuchtgas oder Cyan die Banden α, β, γ, δ, analog dem Swan'schen Spectrum. Die Verbrennung von Kohlenwasserstoff und Cyangas, das letztere in

Merkwürdiger Weise hat Swan selbst diese Bande nicht bemerkt; dies dürfte seinen Grund darin finden, dass stark brechende Glasprismen das Violett in dem Bezirke $\lambda = 431$ bis 420 und weiter schon sehr stark absorbiren und deshalb ein solches Spectrum für directe Beobachtungen mit dem Auge schon zu lichtschwach ist.

Herr Prof. H. W. Vogel erklärt nach seinen Photographien der Bunsenflamme und der Cyanflamme, dass die Grenze der von Vogel mit *e* (von mir mit ζ) bezeichneten Bande absolut mit den breiten Sonnenlinien *G* übereinstimmen, und dass der dunkle Hintergrund der Fraunhofer'schen *G*-Bande des Sonnenspectrums deshalb dem Kohlenstoff zuzurechnen ist;[1] Prof. H. W. Vogel hatte die Wellenlängen fraglicher Kohlenstofflinien nicht gemessen, sondern blos aus den übereinander photographirten Spectrumbildern seine Schlüsse gezogen.

Die von mir gemachten Ausmessungen der Spectrographien der Bunsenflamme oder der mit Sauerstoff verbrennenden Kohlenwasserstoffe ergaben als intensivste Grenze des Kohlenbandes $\zeta = 4315$ bei längerer Exposition (folg. der Verbreiterung wegen starker Lichtwirkung), dagegen 4310—4312 bei kurzer Belichtung; dagegen ist die Wellenlänge der Sonnenlinie $G = 4307$.

Diese Differenz ist zu gross, um daraus Coïncidenz folgern zu können.

Die ultraviolette Gruppe η der Bunsenflamme ist viel lichtschwächer als die Gruppe ζ; die Helligkeit der ersteren beträgt nur $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ der letzteren. Die Bande η fällt dadurch sofort auf, dass sie in entgegengesetzter Seite abschattirt ist, als die charakteristischen Banden im sichtbaren Spectrum, nämlich die rothe α, die gelbe β, die grüne γ, die blaue δ und die violette ζ-Gruppe.

Ferner ist es für diese Gruppe sehr charakteristisch, dass sich an die, aus vielen regelmässig vertheilten, gegen das rothe Ende des Spectrums abschattirte Linienbande, eine starke, isolirt stehende Linie anschliesst; die stärkste Linie der abschattirten Linienbande liegt bei $\lambda = 3889{\cdot}8$, dann folgen einige ganz schwache Linien und hierauf bei $\lambda = 3873$ eine starke intensive einzelnstehende Linie, welche die ganze Gruppe η gegen Ultraviolett zu begrenzt. Der eigenthümliche Bau dieser Gruppe geht deutlich aus Taf. I, Spectrum *C*-Band η hervor.

Die Bande η kommt auch in der schwächsten Flamme des Bunsenbrenners zum Vorschein, viel deutlicher jedoch in brennendem Benzol- oder Petroleumäther, welches mit Sauerstoff zu einer intensiven Verbrennung mit blauem Flammenkegel gebracht wird. Diese Bande ist charakteristisch für brennende Kohlenwasserstoffe.

Die ultraviolette Bande ϑ tritt nur bei sehr langer Belichtung auf und wird in einer zum Ausmessen erforderlichen Deutlichkeit erhalten, wenn man im Linnemann'schen Gebläse durch 4—5 Stunden Leuchtgas oder Wasserstoff und Benzoldampf oder Petroleumäther mit Sauerstoff verbrennt.

Der Bau dieser Gruppe ist ganz analog von η. Eine Anzahl von regelmässig angeordneten Linien, welche gegen das rothe Ende zu schwächer werden, geben ein in dieser Richtung zu abschattirtes Band, dessen stärkste Linie bei $\lambda = 363{\cdot}45$ liegt; daran schliesst sich die einzelnstehende, gleichfalls charakteristische Linie $\lambda = 3627$ an, welche die Grenze der Gruppe gegen das stärker brechbare Ende bildet.

Im Anschlusse an diese Versuche studirte ich noch ferner das Spectrum des brennenden Kohlenoxyd's.

Allerdings hatten bereits Liveing und Dewar angegeben, dass brennendes Kohlenoxyd ein continuirliches Spectrum gibt. Ich photographirte durch mehrstündige Belichtung von sehr empfindlichen Platten im Quarzspectographen das Spectrum der Kohlenoxydflamme und erhielt gleichfalls nur ein continuirliches Spectrum, welches sich über das ganze Spectrum, insbesonders aber zwischen $\lambda = 430$ bis gegen $\lambda = 330$ bemerklich machte. Auch fünfstündige Belichtung einer gemischten Kohlenoxyd-Wasserstoffflamme (an der Luft verbrennend, sowie im Sauerstoffgebläse) gab kein Linienspectrum.[2]

---

reinem Sauerstoff, gibt dieselben Bande (α 619, β 563, γ 516, δ 464), jedoch die violette Partie ist anders, statt ein Band bei 427 (nach Kayser 422) kommt ein lebhaftes Band $\lambda = 431$ zum Vorschein, welches von einer brechbaren Partie mit feinen Cannelirungen gefolgt ist, die sich bis $\lambda = 418$ ausdehnt. (Vergl. auch die von Watts gegebene Figur.)

[1] Sitzungsber. d. preuss. Akad. d. Wissensch. Bd. 21 (1888).

[2] Nach Liveing und Dewar (Proc. Royal Soc. London. Vol. XXX [1880], p. 152) gibt Wasserstoff und Schwefelkohlenstoffdampf in Luft verbrannt keine Spur der „Hydrocarbon-Banden"; dagegen gibt Wasserstoff und Tetra-

Die oben beschriebenen Bande des Spectrums der Bunsenflamme oder Kohlenwasserstoff-Sauerstoffflamme gehört somit **nicht** dem brennenden Kohlenoxyd an.

Die Helligkeit des continuirlichen Kohlenoxyd-Flammenspectrums ist gegenüber dem Swan'schen Bandenspectrum derartig lichtschwach, dass man behaupten kann: Der **blaugrüne Flammenkegel** der Bunsenflamme verdankt seine schwache Leuchtkraft hauptsächlich dem Bandenspectrum des Kohlenstoffes oder Kohlenwasserstoffes, nicht aber dem verbrennenden Kohlenoxyd. Der obere, fast farblose und äusserst schwach leuchtende Theil der Bunsenflamme zeigt das Swan'sche Bandenspectrum in wesentlich schwächerem (weniger hellem) Grade, als der blaue Flammkegel; trotzdem lässt sich, mit Hilfe der Spectrumphotographie, auch in diesem Theile das Auftreten der charakteristischen Kohlenbanden nachweisen.

Hauptsächlich sendet jedoch der fast farblose obere Flammentheil das **Wasserdampfspectrum** aus.

Die völlige Trennung der Kohlenwasserstoffflamme in einen blauen Flammenkegel, welcher das Swan'sche Bandenspectrum gibt, und einen fast farblosen oberen Flammkegel, welcher **nur** das Wasserdampfspectrum gibt, gelingt durch Einblasen von Sauerstoff in eine Leuchtgas-, Benzol-, Petroleumäther-, Wasserstoff-Benzoldampfflamme, im Linnemann'schen Gebläse, bei welchem der Sauerstoff unter einem Drucke von 10 bis 30 *cm* Quecksilber in die Flamme gepresst wird. Dann verbrennt der Kohlenwasserstoff vollständig in der Nähe der Sauerstoffzuströmung (blaugrüner Flammkegel) und die obere grosse, nahezu farblose, rauschende Flamme zeigt nur mehr das Wasserdampfspectrum.

Auf Spectrum III (Taf. I) ist die Zerlegung des Spectrum von dem mit Sauerstoff verbrennenden Kohlenwasserstoffen nach meinen Spectrumphotographien reproducirt.

Emissionsspectrum des brennenden Kohlenwasserstoffes (Kohlen- oder Hydrocarbon-Banden).

	Swan [1]	Angström und Thalén [2]	Hasselberg [1]	Watts	H. C. Vogel [1]	Lecoq [1]	Thollon [1]	Wesendonck	Kayser und Runge [3]	Eder [1]	
Rothe *C*-Bande α.	—	6187	6186	6190	—	—	—	—	—	6188	Wurde direct mit einem Krüss'schen Spectroskop im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse beobachtet.
	—	6119	6121	6110	—	—	—	—	—	6120	
	—	6056	6051	6050	—	—	—	—	—	6052	
	—	6001	5993	5990	—	—	—	—	—	5999	
	—	5954	5951	5955	—	—	—	—	—	5955	
Gelbe *C*-Bande β.	5634	5633	5636	5635	5632	5629	5622	5635	5635	5634	Von hier ab auf dem photographischen Negativ ausgemessen.
	5582	5583	5585	5586	—	5581	5581	5576	5585	5583	
	5538	5538	5538	5542	—	5542	5536	5537	5541	5539	
	5500	5500	5501	5504	—	5500	5490	5490		5500	
	—	5466	5472	5478	—	—	—	—	—	5470	
	—	—	—	5440	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	5425	—	—	—	—	—	—	

[1] Spectrum brennender Kohlenwasserstoffe (Bunsenbrenner oder Kohlenwasserstoff-Sauerstoffgebläse).
[2] Inductionsfunke in verdünnten Kohlenwasserstoffen (Geissler'sche Röhren).
[3] Bandenspectrum des Kohlenstoffes im elektrischen Flammenbogen.

chlorkohlenstoffdampf in Luft verbrannt die Hydrocarbon-Bande (Swan'sches Spectrum), ebenso Kohlenoxyd + Tetrachlorkohlenstoff, sowie eine Chloroform + Wasserstoff-Flamme.

	Swan	Angström und Thálen	Hasselberg	Watts	H. C. Vogel	Lecoq	Thollon	Wesendonck	Kayser und Runge	Eder
Grüne C Bande γ.	5762	5161	5161	5166	5161	5161	5165	5155[1]	5165	5164* Die hellste Linie der Gruppe.
	5127	5128	5128	5130	–	5127	5127	5118	5129	5128
	—	5098	5097	5100	—	5090	5097		—	5095[2]
	—	—	–	5082	—	—	—	—	—	—
Blaue C Bande δ.	4734	4736	4735	4740	–	4738	4739	4735	4737	4736
	4712	4714	4713	4717	–		4717	4711	4715	4714
	4689	4697	3695	4698	—	—	4704	4692	4698	4697
		4682	4681	4684	—	—	—	—	4685	4684
	4670	—	4677	4677	—	4675	–	4670	—	4677

[1] Wesendonck hatte offenbar den starken Lichthof dieser Linie, welche gegen das brechbare e Ende verläuft, mit in die Messung (Mitte der Linie) einbezogen; daher die niedrige Wellenlänge.

[2] Ist sehr lichtschwach; eine vierte brechbarere Linie, welche blos bei Watts sich findet, konnte von mir in brennenden Kohlenwasserstoffen nicht beobachtet werden.

	Angström und Thálen	Hasselberg	Lecoq	Liveing und Dewar	Kayser und Runge	Eder	Bemerkungen
Violette C Bande ε.	—	4367[1]	4368[2]	4381	4382[3]	4380·4	Diese ziemlich starken Linien beobachtete ich stets im Spectrum brennender Kohlenwasserstoffe. Sie bilden eine eigene Gruppe[5] in der gesammten violetten Bande ε, an welche sich unmittelbar die folgende Gruppe anschliesst.
				4372	4372	4371·6	
				4365	4365	4364·4	
						4359·6	
						4356·4	Diese Gruppe besteht aus einem continuirlichen schwachleuchtenden Spectrum, auf welchem die Linien sich heller abheben. Im photographischen Negativ verschwinden bei längerer Belichtung die nunmehr schwarz erscheinenden Linien auf einem dunklen Untergrunde von reducirtem Silber.[4]
						4352·6	
						4348·4	
						4344·2	
						4340·0	
						4335·7	
						4329·1	
						–	
						4324·8	Einzelstehende starke Linie.

[1] Hasselberg beobachtete in brennenden Kohlenwasserstoffen ein verschwommenes Lichtfeld, dessen grösste Intensität bei λ 4367 lag.

[2] Lecoq hat offenbar die Mitte der beiden nebenstehend verzeichneten und von mir in der Bunsenflamme photographirten Spectrallinien gemessen.

[3] Diese Bande wurde von Kayser und Runge im elektrischen Flammenbogen gemessen.

[4] Bei zu langer Belichtung verschwinden sie ganz im dunklen Untergrunde; bei zu kurzer Belichtung werden sie nebelig und unmessbar.

[5] Diese im Cyanspectrum (Cyan+Sauerstoff), sowie im elektrischen Flammenbogen zwischen Kohlenelektroden stark auftretende Bande, ist im Swan'schen Spectrum brennender Kohlenwasserstoffe nicht besonders auffallend vertreten. Im elektrischen Flammenbogen sind die starken Linien λ 438, 437 und 436 die Kanten complicirter Linienbanden. Im Spectrum brennender Kohlenwasserstoffe wurde diese Gruppe zum ersten Male von mir ausgemessen. Der Charakter der in dem Cyanspectrum vorkommenden Gruppe ist etwas anders, als im Swan'schen Spectrum, weil in letzterem Falle das continuirliche Spectrum und die Linien der nächsten Gruppe (von λ 436—432) stark hervortreten. — Bei Gegenwart von Ammoniakgas in der Leuchtgas-Sauerstoffflamme treten die Linien λ 438, 437 und 436 deutlicher hervor, ebenso die gelbgrünen Cyanbanden.

	Angström und Thálen	Hasselberg	Lecoq	Watts	Kayser und Runge	Eder	Bemerkungen
Violette *C*-Bande *ε*	4311	4319[1]	4309	4313		4315·0	Sehr starke Linie. Charakteristisch.[2] Die folgenden Linien sind anfangs scharf und kräftig und werden gegen das brechbare Ende allmälig schwächer. Die Vertheilung ist eine regelmässige. Bei kurzer Belichtung oder schwach brennendem Bunsenbrenner kommen nur die Linien bis $\lambda = 425$ zum Vorscheine; bei langer Belichtung oder bei intensiver Verbrennung im Kohlenwasserstoff-Sauerstoffgebläse erstrecken sich die Linien bis $\lambda = 181$ und noch weiter hinaus.
						4306·6	
						4299·2	
				4290		4293·9	
				4285		4287·6	
				4279		4282·0	
				4274		4276·4	
				4268		4269·6	
				4261		4263·4	
				4256		4256·9	
				4249		4250·7	
				4243		4244·3	
		4239		4239		4238·2	

[1] Hasselberg bestimmte die Lage der scharfen Kante gegen roth zu; die Bande erstreckte sich bei Hasselberg's Beobachtungen bis λ 4239, wobei er ungefähr zehn Linien wahrnahm.

[2] Diese Linie bildet die Grenze dieses äusserst charakteristischen Kohlenbandes gegen die rothe Seite des Spectrums; dann folgt gegen das weniger brechbare Ende die einzelnstehende Linie λ 4325 des Bandes *ε*, gegen das stärker brechbare Ende des Spectrums folgen in dichter Reihenfolge auf die Hauptlinie λ 4315 des Bandes *ζ* die anderen Linien dieses Bandes. Die Linie 4315 zeigt gegen das rothe Ende des Spectrums zugewendet eine scharfe Kante, gegen das ultraviolett zu schattirt sie sich allmälig ab und es heben sich auf einem schwachen continuirlichen Spectrum die oben verzeichneten Linien (von λ 4306 bis 4185) ab. Bei langer Belichtung oder hellen Lichtquellen erscheint das an die Grenzlinie sich anschliessende continuirliche Spectrum im photographischem Negativ so intensiv, dass die ersten 3 bis 4 folgenden Linien nicht mehr erkennbar sind. Bei reichlicher Belichtung rückt die Grenze der charakteristischen Linie über λ 4315 gegen λ 4316 vor; bei kurzbelichteten Platten liegt die Mitte der Linie dagegen bei λ 4310 oder 4312.

	Angström und Thálen	Hasselberg	Lecoq	Watts	Kayser und Runge	Eder	Bemerkungen
Violette *C*-Bande *ζ*				4232	Cyan-deban, Beginn: 4216[1]	4232·3	Von da ab lassen sich bei enger Spalte des Spectrographen diese Linien als mehr oder weniger deutliche Doppellinien erkennen, deren Mitte in der nebenstehenden Tabelle gemessen wurde.
						4226·2	
						4220·2	
						4213·9	
						4207·6	
						4201·8	
						4195·2	
						4190·0	
						4184·8	

[1] Hier beginnt eine linienreiche Cyanbande, welche Kayser und Runge genau ausgemessen haben. Aus der Wellenlänge dieser charakteristischen Cyanbande (Beginn λ 4216) geht hervor, dass diese Cyanbande (welche auch im elektrischen Flammenbogen zwischen Kohlenelektroden auftritt) nicht mit dem oben angeführten von mir mit *ζ* bezeichneten Kohlenbande identisch ist.

	Kayser und Runge	Eder	Bemerkungen
Ultraviolette *C*-Bande ε.			Anfangs: ein schwaches continuirliches Spectrum
		4047·3	sehr schwach
		4032·8	schwach
		4019·0	stärker
		4005·7	
		3993·9	
		3982·4	
		3971·8	
		3961·9	
		3952·5	starke Linien in regelmässigen Entfernungen
		3943·8	
		3935·7	
		3927·9	
		3921·3	
		3915·5	
		3911·3	
		3906·0	die Linien werden allmälig wieder schwacher und enger nebeneinanderstehend
		3902·4	
		3898·7	
		3896·0	Die folgenden Linien heben sich schwer von dem dunklen Silberniederschlag des Negativs ab. Ende dieses Segmentes gegen Ultraviolett.
	Cyanbande[1]	3893·0	
		3889·8	
	3883·5	3884·4	
		3875·6	schwache Linien; undeutlich[3]
		3877·2	
		3875·7	
		—	
	3871·5	3872·6	starke, einzelnstehende Linie; charakteristisch.
	3855		

[1] Die ganze Bande ist ebenso wie die *C*-Bande ε und ϑ in entgegengesetzter Richtung abschattirt, als die Banden α, β, γ, δ und ζ; es ist nämlich bei der ersteren die stärkste Kante der Bande gegen Ultraviolett gekehrt und werden die Linien gegen das rothe Ende schwächer, bei den letzteren ist dies umgekehrt.

[2] Diese Linien erscheinen in der gewöhnlichen Bunsenflamme nur schwer, dagegen leichter, wenn man Sauerstoff in brennende Kohlenwasserstoffe bläst; die folgenden Linien treten auch in der Bunsenflamme hervor.

[3] Bei der gewöhnlichen Bunsenflamme ist hier nur ein nebeliger Streifen bemerkbar; steigert man die Intensität des Lichtes durch Einblasen von Sauerstoff, so löst er sich in drei schwache Linien auf.

[4] Diese von Kayser und Runge gemessene Cyanbande scheint nicht identisch zu sein mit meinem Band η (im brennenden Kohlenwasserstoff), weil bei letzterem die charakteristischen cannellirten Banden λ 3883, 3871, 3855 (insbesondere aber die stärkste Cyanbande λ 3883) hier nicht vertreten sind, sondern nur die isolirte Linie $\lambda = 3872{\cdot}6$ mit der Anfangskante des zweiten Cyansegmentes ($\lambda = 3871{\cdot}5$) nahe zusammentrifft.

	Eder	Bemerkungen
Ultraviolette Bande ζ.	3687·0	Dieses Band tritt nur bei sehr langer Belichtung und Anfachen der Kohlenwasserstoffflammen mit Sauerstoff auf. Die Linien sind regelmässig vertheilt; das Band wird gegen das weniger brechbare Ende schwächer und die Linien stehen in dieser Richtung allmälig weiter auseinander. Bei λ 3642—3634 trit ein schwaches continuirliches Spectrum auf. Der Bau ist analog wie bei der Bande η.
	3677·5 schwach	
	3668·6	
	3663·6	
	3660·7	
	3657·4	
	3654·0	
	3650·9 stärker	
	3646·1	
	3642·0	
	3638·0	
	3634·5 Ende der Gruppe	
	—	
	3627·4 einzelnstehende, charakteristische Schlusslinie	

II. Das Spectrum des Wasserdampfes im Emissionsspectrum brennender Kohlenwasserstoffe oder des Oxyhydrogengebläses.

Stokes fand bereits 1852, dass die Flamme von brennendem Wasserstoff Fluorescenzerscheinungen hervorruft und deshalb reich an ultravioletten Strahlen sein muss.[1]

Liveing und Dewar theilten im Jahre 1880 mit (Proced. Royal. Soc. London 1880 Bd. 30, S. 498), dass im Spectrum der Leuchtgas- und Sauerstoffflamme, sowie der Oxyhydrogenflamme, sich viele Linien zwischen den Sonnenlinien *R* und *S* zeigen. In einer zweiten Abhandlung gaben dieselben ein Diagramm des Hauptbandes dieses Spectrums und theilten mit, dass dasselbe Spectrum entsteht, wenn die elektrischen Funken (ohne Condensor) zwischen feuchten Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff überschlagen.

Gleichzeitig mit Liveing und Dewar und unabhängig von diesen untersuchte Huggins[3] den an der Luft oder mit Sauerstoff verbrannten Wasserstoff auf photographischem Wege.

Er fand eine grosse Anzahl von ultravioletten Linien, und bestimmte deren Wellenlänge, welche Zahlen in unserer Tabelle angegeben sind.

Später beschäftigten sich nochmals Liveing und Dewar mit dem Spectrum der Oxyhydrogenflamme (Proc. Royal. Soc. 1882, Bd. 33, S. 274; Philos. Transact. 1888. [2] CLXXIX. S. 27) und gaben sorgfältige Messungen der Wellenlängen sammt gezeichneten, sowie photographischen Tafeln dieser Spectralaufnahmen in Partial-Aufnahmen.

Liveing und Dewar benutzten einen Spectrographen mit einem einfachen Calcitprisma und bezogen die Scala für die Wellenlängen des Wasserdampfspectrums auf das Eisenspectrum, die Scala war die Angström'sche. Die Messungen von Liveing und Dewar sind sehr vollständig und erstrecken sich von $\lambda = 426$ bis $\lambda = 227$.[4]

Ferner beschäftigte sich Deslandres mit dem ultravioletten Spectrum des Wasserdampfes;[5] er brachte Wasser in eine Geisslersche Röhre und erfüllte durch Evacuiren der Röhre dieselbe mit Wasserdampf, durch welchen er den elektrischen Funken schlagen liess. Es tritt gleichfalls das Spectrum der Oxyhydrogenflamme auf, jedoch wird dasselbe bald mit Linien von Wasserstoff und Sauerstoff durchsetzt. Deslandres gab nur die Wellenlängen einiger Hauptlinien der Wasserdampfbanden an, welche in meiner Tabelle einbezogen sind.

Über die Betrachtungen Deslandres, betreffend die Analogie der allgemeinen Structur der Wasserdampfbanden mit dem Absorptionsspectrum des Sauerstoff (tellurische Banden *A*, *B*, *α*), sowie die Analogie der Wasserdampfbanden mit den ultravioletten Sauerstoffbanden und die daran geknüpfte Betrachtung sei auf die Originalabhandlung verwiesen, da ich in meiner derzeit vorliegenden Abhandlung auf diese Beziehungen nicht näher eingehe.

Der Grund, warum ich trotz der vorliegenden Untersuchungen der genannten Spectroskopiker nochmals das Emissionsspectrum der Oxyhydrogenflamme studirte und eine neue Bestimmung der Wellenlänge vornahm, war ein mehrfacher.

Zunächst war es für meine Untersuchung des Spectrums brennender Kohlenwasserstoffe von Interesse, zu constatiren, ob die im ultravioletten Theile des Lichtes der Kohlenwasserstoffflamme auftretenden Banden

[1] S. Huggins, Compt. rend. 1880, p. 1455.

[2] On the Spectrum of Water. Proc. Royal Soc. London, Vol. XXX, p. 580.

[3] Compt. rend. 1880, Vol. 90, p. 1455; ferner Proc. Royal Soc. London, Vol. XXX, p. 576 (1880); in letzterer Abhandlung sind die Angaben Huggins' vollständiger als in ersterer.

[4] In Watts' Index of Spectra (1889) ist die Tabelle der Liveing-Dewar'schen Zahlen unvollständig angegeben, da mehrere Bande von längeren Wellenlängen weggelassen sind; es sei deshalb speciell auf die Originalabhandlung (a. a. O.) verwiesen.

[5] Thèses présentées à la faculté des sciences de Paris. I. Spectres de Bandes Ultraviolet des Metalloides avec un faible dispersion. (Paris 1888, bei Gauthiers-Villars.) Auszug: Compt. rend. Vol. 100, p. 854; Ann. Chem. u. Phys. (6), XIV, 257 (1888).

($H_2 O\alpha, \beta, \gamma$ meiner Tafel I) völlig identisch mit denjenigen des reinen brennenden Wasserstoffes (Oxyhydrogengebläse) sind, oder ob vielleicht einzelne Gruppen von Kohlenstofflinien in die Wasserbanden hineinlagern — was nur durch neuerliches genaues Ausmessen der fraglichen Spectren zu entscheiden war. Ferner fiel mir bei den Abhandlungen Herrn Prof. Grünwald's über „Mathematische Spectralanalyse des Magnesiums in der Kohle"[1] und über „spectralanalytischen Nachweis von Säuren eines neuen Elementes",[2] auf dass derselbe bei seinen Berechnungen über die rhytmischen Beziehungen der primären Elemente, in ihren verschiedenen Condensationsformen, zum Wasserspectrum die Huggins'schen Wellenlängen des Wasserspectrums neben den Liveing-Dewar'schen Zahlen in die Rechnung setzte. — Es stimmen aber die für die charakteristischen Linien des Wasserdampfspectrums von Huggins, Deslandres, Liveing und Dewar angegebenen Wellenlängen nicht hinlänglich genau überein. Wenn sich nun aus weiteren Untersuchungen nachweisen liess, dass die Huggins'schen Zahlen nur ungenauere Werthe derselben Hauptlinien des Wasserspectrums sind, als die genaueren Liveing-Dewar'schen, so wären die ersteren aus den Grünwald'schen Tafeln zur mathematischen Spectralanalyse zu streichen und es würden selbstverständlich an den entsprechenden Stellen Lücken in den citirten Tafeln eintreten.

Ferner lag mir daran, ein zusammenhängendes Bild der Structur des Emissionsspectrums des Wasserdampfes zu haben, da ein solches bisher noch nicht vorlag.[3] In der That war es mir mit meinem Quarzspectrographen möglich, ein derartiges zusammenhängendes Bild des erwähnten Spectrums zu erhalten, welches auch in Tafel I, Fig. IV und V in Heliogravure reproducirt ist; allerdings litt die Schärfe (insbesonders bei Fig. V) merklich bei der Reproduction; wenn im Allgemeinen trotz der sich darbietenden Schwierigkeiten die heliographischen Drucke sehr befriedigend ausfielen, so verdanke ich dies der freundlichen Mitwirkung des Herrn Vorstandes von Maschek im k. k. militärgeographischen Institute in Wien, welcher die Heliogravuren ausführte.

Um das Resultat meiner Spectrographien der ultravioletten Wasserdampfbanden der Oxyhydrogenflamme, sowie der Kohlenwasserstoffflamme zu resumiren, ist Folgendes zu bemerken:

Das Emissionsspectrum der blauen Bunsenflamme enthält stets neben dem Swan'schen Kohlenspectrum die Hauptbande des Wasserdampfes sehr deutlich; das Auftreten des schön definirten, aus vielen Linien bestehenden, Bandenspectrums ist sehr bemerkenswerth, da dasselbe in Flammen von relativ so niedriger Temperatur (wie Leuchtgas mit Luft im Bunsenbrenner) bisher noch nicht constatirt wurde.

Allerdings treten selbst bei 24stündiger Belichtung blos die Hauptbanden $H_2 O\alpha$ und $H_2 O\beta$ hervor, während die stärker brechbaren Wasserbanden (γ und δ) nur beim Zuleiten von Sauerstoff kräftig zum Vorschein kommen; auch werden die Liniengruppen beim Verbrennen der Kohlenwasserstoffe mit hineingepresstem Sauerstoff (bei einem Drucke von 20 *cm* Quecksilber) viel schärfer als sie bei der gewöhnlichen Bunsenflamme auftreten.

Das Spectrum der Oxyhydrogenflamme ist mit den in brennenden Kohlenwasserstoffen beobachteten identisch und ich konnte keine in die Wasserbanden gelagerten Kohlenstofflinien beobachten.

Was die von Huggins angegebenen Wellenlängen von den Wasserdampfbanden anbelangt, so geht aus der Vergleichung mit meinen Messungen hervor, dass sie nicht selbstständig neben den Liveing-Dewar'schen Zahlen zu gelten haben, sondern dass das Spectrum mit einem Spectrographen von geringerer Leistungsfähigkeit als meinem oder den Liveing-Dewar'schen aufgenommen ist; es lassen sich die von Huggins gemessenen Linien zweifellos in den Liveing-Dewar'schen, sowie in meinen Tabellen wieder erkennen.

Die betreffenden, von Prof. Grünwald, auf Grund der Huggins'schen Zahlen aufgenommenen Sonderwerthe von Wasserdampflinien, von welchen eben die Rede war, sind deshalb zu streichen.

---

[1] Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Classe, XCVI. Bd. (Decbr. 1887.) S. 1154.

[2] Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. mathem.-naturw. Classe, XCVIII. Bd. (1889. S. 785.

[3] Liveing und Dewar nahmen das Spectrum der Oxyhydrogenflamme in mehreren Segmenten auf.

Die von mir ermittelten Wellenlängen des Wasserdampfspectrums sind, wie erwähnt, auf Hartley-Adeney's Wellenlängen des Cadmium, Zink und Blei bezogen.

Dementsprechend machen sich auch bei meinen Messungen gegenüber den Liveing-Dewar'schen Zahlen, Differenzen geltend, welche auf die verschiedene Wahl der Vergleichsspectra und der zu Grunde gelegten Wellenlängen der Metalllinien zurückzuführen ist. Da die von Hartley und Adeney ermittelten Wellenlängen eine grosse Anzahl von genau untersuchten Metallspectren umfasst, welche unter sich völlig vergleichbar sind, so ist eine eventuelle Reduction meiner Zahlen auf andere Bezugsspectren leicht auszuführen.

Emissionsspectrum des Wasserdampfes in Oxyhydrogenflammen, sowie in brennenden Kohlenwasserstoffen.

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
			3552·5	schwach
		3324·1	3523·9	sehr schwach
		L. u. D. geben hier ein aus vielen Linien bestehendes Band, dessen stärkste bei $\lambda = 3471{\cdot}9$ liegt	3520·0	schwach
			3514·0	
			3507·1	
			3502·8	ziemlich stark
			3497·6	
			3492·7	
			3490·0	schwach
			3488·6	
			3487·1	
			3484·0	
			3479·1	
			3476·8	
			3473·7	sehr schwach
3473		3471·9	3471·4	ziemlich stark. Stärkste charakteristische Linie des Bandes. Es folgen mehrere sehr schwache Linien auf dunklem Grunde (also auf schwachem continuirlichem Spectrum) bis $\lambda = 3458{\cdot}0$.
		3469·6	3469·0	
		3467·7	3467·3	
		3465·9	3465·3	
		Es folgen acht Linien bis		
		3458·2	3458·0	
		3447·6	3447·7	An das vorige Band schliesst sich das nebenstehend ausgemessene, dessen Linien in regelmässigen Abständen sich anordnen
		3444·7	3444·9	
		3442·3	3442·4	
		3439·7	3439·8	
		3437·4	3437·6	
		3435·4	3435·5	stark
		3433·5	3433·9	
		3431·8	3432·0	starke charakterist. Linie
		3428·5	—	schwach
34295	3427·6	3427·7	3428·0	starke charakterist. Linie und Schluss dieses Bandes
		Wasserbande α.		
		Zahlreiche dicht stehende Linien gemessen von L. und D.	in drei dicht stehende Linien	
		3332·5	3332·5	
		3329·1	3328·6	schwach
		3325·4	3325·4	
		3323·0*	—	—

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		3321·8	3322·1	schwach
		3319·6*	—	—
		3318·0	3317·8	
		3314.8	3314·5	schwach
		3311.4	3311·2	
		3310·5	3310·3	sehr breit; wahrscheinlich doppelt
		3308·9*	—	
		3307·5	3306·9	schwach
		3304·9	3304·8	breit
		—	3300·9	schwach
		3298·7	3298·5	
		3295·5	3295·3	stark
		3293·0*	—	
		3291·8*	—	
		3290·7	3290·7	
		3289·9	3289·7	
		3286·9	3286·5	schwach
		3285·7	3285·3	
		3284·3	3284·2	
		3282·9	3282·6	
		3281·2*	—	
		3279·2*	—	
		3278·3	3278·5	
3276		3276·3	3276·6	ziemlich stark
		3275·5	3275·2	
		3273·7	3273·9	
		3271·1*	—	
		3270·0	3270·3	nebelige Linie
		3268·5	3268·4	stark
3266		3266·4	3265·9	
3262		3263·6	3263·0	sehr stark
		3262·5*	–	
		3260·7*	—	
		3258·4	3257·9	sehr schwach
3256		3256·4	3256·3	
		3254·8	3254·2	ziemlich stark
		3253·2	3253·2	
		3252·0	3251·7	
		3250·5	3250·2	schwach
		3249·8	—	
		3248·4	3246·6	sehr stark
		3243·7	3243·5	
3242·5		3242·3	3242·3	sehr schwach
		3240·6	3240·5	
		3237·9	3238·0	stark
		—	3236·6	schwach
		3234·6	3234·7	stark
3232		3233·2	3233·2	stark
		3230·9†	3230·5	schwach, nebelig
		3230·3†		
3228		3229·3	3229·1	breit

* Schwache Linie. † Sehr schwache Linie.

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		3225·9	3226·1	
		3224·6	3224·8	
3223		3222·8	3223·1	ziemlich stark
		3221·0	3221·3	
		3220·0	3220·2	
3217·5		3217·5	3217·9	stark
		3215·9	3216·4	schwach
		3214·4†	—	
		3213·1	3213·2	sehr stark
3211		3212·0†	—	
3207·5		3209·7	3209·9	sehr stark
		3208·1†	—	
		3205·7†	—	
		3203·5	3203·8	
		3201·9	3202·2	stark
3201		3200·4	3200·7	
3198		3198·7	3198·9	
3192·5		3194·5	3194·8	
3189		3191·9	3191·7	sehr stark
		3191·3*	—	
		3187·6	3187·8	sehr schwach
3184		3185·6	3185·5	
		3182·6	3183·3	
		3181·0	3181·5	stark
3180		3179·6	3180·8	
		—	3179·4	
		3177·2	3177·0	
3175		3174·6*	—	
		3174·0	3174·0	stark
		3172·8	3172·4	schwach
3171		3169·1	3168·8	stark
3167		3166·0	3165·1	ziemlich stark
		3163·9	3163·6	
3163		3162·8*	—	
		3161·5	3161·0	ziemlich stark
		3160·3	3160·4	
3159·5		3158·0	3157·5	stark
		3157·3*	—	
		3156·4	3156·0	stark
3156		3154·0	3153·6	sehr stark
		3152·7*	—	
3152		3151·7	3151·0	sehr schwach
		3150·6		
		3149·5	3149·4	schwach
3149		3148·0	3148·4	stark
		3146·9	3146·3	sehr stark
		3145·1*	—	
3145		3143·5	3143·3	sehr stark. Ende eines Segmentes
3142·5				
		3142·5*	—	
		3141·5*	—	
		3140·3	3139·7	schwach
3139		3139·4*	—	
		3138·7	3138·3	schwach
		3137·4	3137·3	sehr schwach
3135		3136·3	3135·8	sehr stark
3133		3133·7	3133·4	stark
		3132·6	3132·5	schwach
		3130·8	—	
3130		3129·9	3129·7	
3127		3127·8	3127·5	sehr stark
		3127·3		
		3126·0	3126·2	schwach
		3124·5	3124·4	
3122·5		3123·5	3123·4	stark

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		3122·2	3121·8	schwach
		3121·3†	—	
		3119·2	3119·0	
3117		3117·4	3117·2	sehr stark
		3116·6	3116·4	
		3114·3	3114·3	
		3112·8	3112·7	schwach
3111		3111·5	3111·5	stark
		3109·7	3109·4	
		3108·8	3108·6	
		3107·0	3106·9	schwach
		3106·0	3105·9	
3105		3105·3	3105·3	
		3102·7	3102·6	stark
		3101·6	3101·0	schwach
		3100·6		
3099		3099·0	3099·0	
		3098·3	3098·1	
		3096·3	3096·0	ziemlich stark
3095		3095·8	3095·0	
		3094·8	3094·3	
3094		3094·2	3093·7	
		3092·0	3092·3	ziemlich stark
		2090·6	3090·7	schwach
3090	3089·7	3089·8	3089·4	sehr stark; charakteristisch; am stärksten nebst der Endlinie
		3089·3		
		3086·7	3086·7	schwach
3085		3085·8†	—	
		3084·6	3084·7	schwach
3082		3082·6	3082·7	
		3081·0	3081·1	sehr stark
3080		3079·3	3079·7	
3077·5		3077·9	3078·2	
		3076·6	3076·7	schwach
3074		3074·4	3074·6	sehr schwach
		3073·8	3074·0	
3073		3072·6†	3172·4	schwach
		3071·5	3071·7	stark breit
3068		3070·0	3069·9	stark
		3068·2	3068·0	sehr schwach
		3067·2	3067·4	sehr stark, charakteristisch.
		3065·5	3066·3	
		3064·6	3064·8	schwach
		3063·9	3064·5	
3062	3163·1	3063·3	3063·8	sehr stark, charakteristische Grenzlinie des Bandes gegen das ultraviolette Ende. Es folgt ein schwaches continuirliches Spectrum.

Hier beginnt ein continuirliches Spectrum, welches sich über die ganze Linie des Bandes erstreckt.

Wasserdampfbande β.

(Kommt nur bei 4—5mal längerer Belichtung als das Wasserband α zum Vorschein.)

3057·5		3057·4	3057·6	ziemlich starke Linien in regelmässigen Entfernungen, welche gegen die brechbarere Seite des Spectrums schwächer und enger
3051		3052·7	3052·6	
3046		3048·3	3048·0	
3042		3043·9	3043·8	
3039		3039·9	3040·0	

* Schwache Linie. † Sehr schwache Linie.

Hug-gins	Deslan-dres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		3036·4	3036·1	werden. In der weiteren
3031		3033·1	3032·9	Folge mischen sich starke
3029		3030·3	3030·0	und schwache Linien wie-
		3027·6	3027·1	der in verschiedener Ver-
		3025·2	3024·9	theilung
		3023·4	3023·2	
		3022·5	3022·4	
		3020·0	3021·6	sehr schwach
		3021·4	3021·0	
3019·5		3020·9	3020·8	
		—	3018·7	
3017		3016·6	3015·8	sehr stark
3013		3012·9	3012·8	breit, ziemlich stark
3010		3008·8	3008·1	
		3008·2†	—	
3005		3005·6	3005·6	ziemlich stark
		3005·0	3004·9	
3002		3001·9	3001·3	ziemlich stark
		2998·7	2998·3	schwach
2999		2997·8	2997·2	stark
		2996·6	2996·3	
2994		2994·8	2994·5	schwach
		2992·9†	—	
2991		2991·7	2991·7	
2989		2990·5	2990·3	
		2988·5	2988·9	ziemlich stark
		2987·2	2987·2	
		2985·7	2985·2	
		2983·8	2983·8	
		2982·9†	2982·4	schwach
		2982·2†		
2981		2980·2	2980·0	ziemlich stark
		2979·4	2978·9	
		2977·8	2977·5	stark
2975·5		2975·1	2974·6	sehr stark
		2973·9†	2972·8	sehr schwach
		2972·2†		
		2971·1†	—	
2970·5		2970·7	2970·6	schwach
		2970·0	2969·8	
		2968·5†	2068·1	ziemlich stark nebelig
		2968·0†		
2967·5		2967·1†	2966·6	
		2966·5†		
2966		2965·5	2965·0	
		—	2963·7	
		2962·9	2962·4	schwach
		2962·1	2961·6	
2959		2960·0	2959·5	
		2958·9	2958·4	
		2957·1†	2956·3	stark, nebelig
		2956·3†		
2955		2955·5	2955·2	schwach
		2954·5	2954·0	
		2953·2†	2952·5	
		2952·5†		
2951		2951·7†	2951·3	ziemlich stark
		2951·2†		
		2950·7†	2949·9	
		2950·1†		
		2948·5	2947·9	schwach
2947		2947·5	2947·1	sehr stark
		2946·5*	—	—
		2945·2	2944·6	stark
2943		2944·2	2943·7	schwach
		2940·6	2940·0	stark

Hug-gins	Deslan-dres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
2940		2940·3		
		2938·5	2938·3	
		2937·8†	2937·3	stark
		2937·2†		
		2936·5	2936·4	
2935·5		2935·2	2934·7	ziemlich stark
2932·5		2933·5	2933·2	stark
		2931·0	2930·8	
2929		2929·9	2930·1	ziemlich stark
		2927·6†	2926·9	
		2927·1†		
2925·5		2926·3	2926·0	stark
		2924·8	2924·4	
		2924·4	2923·7	
		2923·8*	—	
2922·5		2921·5	2921·6	stark
		2919·8	2919·8	schwach
2917·5		2918·5	2918·4	sehr stark
		2918·2*	—	
		2916·3	2916·4	
		2915·7	2915·5	
2913		2913·5	2913·3	stark
		2912·9	2912·6	
		2911·4	2911·2	
2910		2909·4	2909·4	schwach
		2908·3	2908·4	stark
2907		2907·3	2907·0	
		2906·6†	2906·5	schwach
		2906·0†		
2904		2903·7	2903·8	sehr stark
		2902·5	2902·7	schwach
		2900·9	2900·8	
		2900·2	2900·1	stark
		2899·5	2899·3	
		2898·8*	—	
		2898·1	2897·9	schwach
2897		2897·6	2897·3	
		2897·1?		
2895		2896·1	2895·6	schwach
		2894·2*	—	
		2893·5	2893·4	sehr schwach
2892		2892·9	2892·6	sehr stark, charakteristisch
		2890·8†	2890·4	
		2890·2†		stark
		2889·8†	2889·6	
		2889·2†		
		2888·5	2888·4	sehr schwach
2887·5		2887·5	2887·3	ziemlich stark
		2886·3†	2886·2	schwach
		2886·1†		
		2885·3	2885·1	sehr stark
		2884·2*	—	
2883		2882·5	2882·8	ziemlich stark
		2881·8	2881·9	schwach
		2881·1	2880·8	sehr schwach
2880		2880·3	2880·1	
		2878·3	2878·2	sehr stark
		—	2876·7	sehr schwach
2876		2875·8	2875·5	stark
		2875·0	2874·5	
8272·5		2871·9†	2871·6	sehr stark
		2871·5†		
2869·5		2869·5	2870·0	
		2868·3	2868·8	stark
		2866·0	2866·0	
		2865·5†		

* Schwache Linie. † Sehr schwache Linie

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		2863·3	2864·1	stark breit
		2861·7	2862·5	
		2860·3	2860·9	
		2859·4	2859·5	stark
		2857·6	2858·4	
		2855·4	2856·0	
		2854·9	2854·6	sehr stark
		2853·9	2853·4	
		2852·2	2852·0	
		2850·7	2850·1	stark
		2850·3		
		2849·5	2849·4	
		2848·8	2848·5	
		2847·4	2847·2	
		2846·3	2845·8	
		2845·4?	—	
		2844·4	2843·7	sehr stark
		2843·1?	—	
		2842·7	2842·6	stark
		2842·2	2842·0	
		2841·0†	—	
		2840·1	2840·0	schwach
		2838·8	2838·4	sehr stark
		2836·7	2836·1	
		2835·8	2835·4	schwach
		2835·0	2834·7	
		2834·0	2833·8	ziemlich stark
		2833·3	2833·0	stark
		2831·7	2830·9	sehr stark, breit
		2831·1		
		2829·8	2829·3	schwach
		2829·2†	—	
		2828·7	2828·3	sehr stark
		2828·3†	—	
		2826·3	2826·0	
		2825·2	2825·1	
		2824·8	2824·7	stark
		2824·0	2823·3	
		2822·3	—	
		2821·8	2821·4	
		2821·2†	—	
		2820·7†	—	
		2820·1	2819·7	stark
		2819·3	2819·0	sehr schwach
		2818·7	2818·4	stark
		2818·2†	—	
		2817·1	2816·8	schwach
		2816·1	2815·7	
		2815·6	2815·5	stark
		2814·9	2814·7	
		2813·5	2813·0	schwach
		2812·4	2812·2	sehr schwach
		2812·1		
		2811·7	2811·2	
		2811·3†	—	
	2811·7	2811·2	2810·8	sehr stark, charakteristisch; Schluss des Bandes. Es erstreckt sich noch ein schwaches continuirliches Spectrum bis beiläufig λ 2808; von da ab beginnt das folgende Band γ in schwachen Anfängen. Die Linien liegen auf einem schwachen continuirlichen Spectrum, welches gegen λ 2811 zu stärker wird.

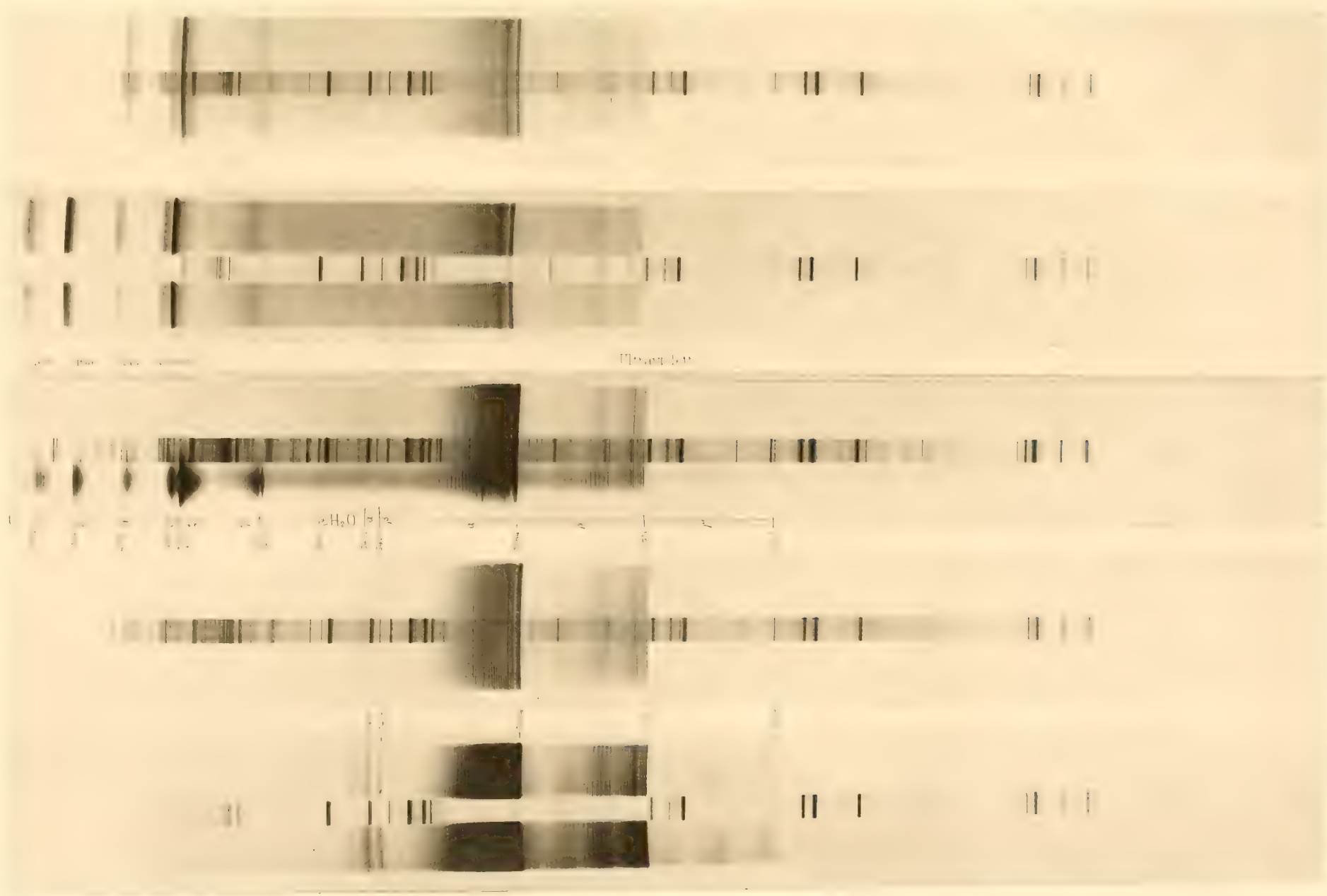
Wasserband γ.[1]

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		2806·8	2806·3	
		2802·9	2802·3	schwach
		2799·8	2799·2	
		2796·9	2796·1	
		2793·8	2793·2	
		2791·7	2791·1	sehr schwach
		2790·5	2790·0	
		2786·5	2785·7	schwach
		2784·8	2784·0	
		2783·2	2782·4	sehr schwach
		2780·7	2780·4	
		2778·6	2778·2	
		2776·1	2775·3	
		2767·3	2767·3	
		2766·3	2765·4	
		2764·1	2763·2	
		2761·4	2761·5	schwach
		2759·8	2760·2	
		2757·0	2757·5	
		2754·7	2753·9	
		2753·1	2752·8	
		2751·0	2749·9	
		2748·3	2747·0	
		2745·9	2744·8	etwas stärker
		2742·7	2742·1	
		2740·2	2739·0	
		2737·8	2737·0	
		2735·5	2734·4	
		2732·1	2731·7	
		2730·6	2729·6	
		2728·2	2727·4	
		2726·1	2725·4	
		2724·8	2724·5	
		2723·5	2722·7	ziemlich stark
		2721·6	2720·7	
		2719·8	2719·0	
		2718·2	2717·4	
		2717·2	2716·3	
		2715·8	2714·6	
		2714·5	2713·4	
		2713·6	2712·4	
		2711·6	2710·5	
		2709·6	2708·6	
		2706·2	2705·5	
		2705·2	2704·4	schwach
		2704·3	2703·2	
		2701·6	2700·8	stark
		2698·8	2698·1	ziemlich stark, breit
		2695·4	2694·9	stark
		2693·8	2692·9	
		2691·7	2691·2	schwach
		2990·6	2690·1	
		2688·9	2688·4	ziemlich stark
		2687·7	2787·2	
		2686·5	2686·0	schwach
		2685·5	2685·1	
		2683·7	2683·0	stark breit
		2683·0		
		2680·9	2680·4	
		2679·0	2678·6	stark
		2678·2	2677·7	
		2677·3	2676·7	schwach

[1] Von diesem Bande des Emissionsspectrums des Wasserdampfes bestimmte ich blos jene stärkeren Linien, welche bei jener Belichtungs-Dauer zum Vorschein kommen, die das Wasserband β in allen schwachen Linien zu photographiren gestattet. Die bei Liveing und Dewar angegebenen schwächsten Linien sind in der vorstehenden Tabelle weggelassen.

Huggins	Deslandres	Liveing und Dewar	Eder	Bemerkungen
		2675·8	2675·3	stark
		2673·2	2672·6	
		2671·1	2670·4	
		2668·1	2667·5	schwach
		2666·0	2665·6	
		2663·9	2663·3	stark
		2660·9	2660·5	schwach
		2659·7	2659·0	
		2657·4	2656·8	stark
		2654·3	2653·9	schwach
		2653·7	2653·2	
		2651·3	2650·9	stark
		2648·2	2647·7	
		2645·7	2645·4	
		2643·1	2642·7	schwach
		2642·2	2641·8	
		2640·5	2640·4	stark
		2638·5	2638·4	
		2636·9	2636·4	schwach
		2635·7	2635·3	ziemlich stark
		2634·8	2634·1	
		2631·3	2630·9	breit, stark
		2628·3	2627·5	schwach
		2627·7	2626·5	
		2625·9	2625·2	
		2624·3	2623·6	stark, breit
		2622·8	2622·1	ziemlich stark
		2622·2		
		2621·4	2620·9	schwach
		2620·6	2719·7	
		2618·9	2618·5	ziemlich stark
		2617·7	2617·0	schwach
		2616·5	2615·7	
		2614·6	2614·0	ziemlich stark, breit
		2613·5	2612·8	
		2611·0	2610·1	sehr schwach
		2609·7		
		2608·9	2608·7	
	2609·8	2608·4	2607·6	stark, charakterist. Schlusslinie des Bandes γ.
		Wasserdampfband δ.[1]		
		2589·1	2588·7	
		2584·4	3584·3	
		2569·1	2568·5	
		2567·0	2566·5	
		2559·6	2559·0	
		2556·4	2556·0	
		2553·4	2553·2	
		2550·3	2550·0	
		2547·7	2547·1	
		2537·7	2536·4	schwach
		2530·2	2530·0	
		2524·2	2523·7	
		2519·8	2518·9	
		2503·1	2502·2	
		2491·1	2490·7	
		2471·9	2471·1	
		2462·8	2461·9	
		2456·0	2455·7	
		2449·3	2448·6	

[1] Es sind hier nur die stärkeren Linien gemessen und mit der correspondirenden von Liveing und Dewar gemessenen verglichen worden.



EIN GEOLOGISCHER BERICHT

ÜBER

DIE SREDNJA GORA, ZWISCHEN DEN FLÜSSEN TOPOLNICA UND STREMA

VON

GEORG N. ZLATARSKI

IN SOFIA.

(Mit 1 geologischen Karte.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 8. MAI 1890.

Die geographische Lage der Srednja Gora, welche sich südlich von der Stara Planina und nördlich von der Rhodope befindet, ist von der ersteren durch das Becken von Zlatica und von der Rhodope durch das weite Thal der Marica geschieden. Sie reicht von Ost nach West, und ist ihre geographische Lage zwischen den Flüssen Topolnica und Strema genau bestimmt. Die Topolnica windet sich um die Srednja Gora nördlich und westlich, die Strema nordöstlich und östlich. Dieses von Natur aus so wohl umschlossene Gebirge hat eine Länge von circa 60 und eine Breite bis 30 *km*.

Die Physiognomie der Srednja Gora ist von jener der Stara Planina (dem centralen Balkan) verschieden. Vor Allem ist die Srednja Gora nicht so hoch wie die letztere, sie ist jedoch breit und durch ihre sanfter gerundeten Bergspitzen gekennzeichnet. Die mittlere Höhe der Srednja Gora beträgt bis 1372 *m* und den höchsten Punkt bildet die Bergspitze Bogdan (1570 *m*), südöstlich von Koprivštica. Der östliche Theil ist überhaupt der höhere.

Die Neigungen dieser Berge sind nicht an allen Seiten gleich steil; nördlich gegen den Kessel von Zlatica sind sie am steilsten, weniger steil hingegen nach Ost. Gegen Süd senkt sich das Gebirge ganz allmälig in Terrassen und läuft nach dem Flusse Marica ganz sanft aus.

Die Srednja Gora ist mit schönen, alten Wäldern bedeckt, in welchen die Eiche und Rothbuche vorherrschen. Der nördliche Theil ist waldreicher als der südliche. Auf den Höhen liegen oft grosse Felder und Wiesen, auf welchen den grössten Theil des Jahres hindurch viele Viehherden geweidet werden.

Die Srednja Gora gehört mit ihrem ganzen Gebiete in das Flussgebiet der Marica, deren wichtige Nebenflüsse Topolnica, Luda Yuna und Strema die Srednja Gora drainiren.

Als eine der am wenigsten zugänglichen Gegenden Bulgariens ist die Srednja Gora bis vor Kurzem in der wissenschaftlichen Literatur nur wenig bekannt gewesen. Lejean und v. Hochstetter sind fast die ersten, welche gleichzeitig, aber unabhängig ihre geographische Lage bestimmt haben; vor diesen hatte keiner der

Balkan-Reisenden eine klare Vorstellung über dieses Bergland; sogar Ami Boué und v. Barth hielten die Srednja Gora für einen wesentlichen Theil der Stara Planina. Eine gute geographische Karte des Landes haben erst die russischen Topographen, während des letzten russisch-türkischen Krieges hergestellt, und erst der um die Organisation und Erforschung Bulgariens so verdiente Historiker und Geograph Prof. Dr. Constantin Jireček in Prag hat eine gelungene geographische Beschreibung geliefert.[1]

Noch weniger weiss man über die geologische Beschaffenheit der Srednja Gora. Die Ursache liegt darin, dass vor mir Niemand durch diese Gegenden gereist ist mit dem Zwecke, sie geologisch zu studiren.

Für A. Boué existirt die Srednja Gora als geographischer Begriff nicht, aber wir sehen in seiner geologischen Manuskript-Karte der europäischen Türkei dieses Gebiet mit Schistes cristallins und Granite bezeichnet. Der erste, welcher auch etwas über die Geologie der Srednja Gora geschrieben hat, ist v. Hochstetter.

„Über die geologische Zusammensetzung dieses Gebirges", sagt der gelehrte Geologe, „kann ich nur so viel sagen, dass der Grundstock jedenfalls krystallinisch ist."[2] Er hat bei dem Dorfe Banja im östlichen Theile der Srednja Gora manche Gesteine beobachtet, und weil es Granite waren, so dachte v. Hochstetter, dass der Granit des Kalofer-Balkan auch in der Srednja Gora überall verbreitet sei. Er verzeichnet Gneiss und Glimmerschiefer nördlich von Basardžik an der Topolnica. v. Hochstetter sagt weiter: „westlich an der Topolnica oberhalb Tatar-Basardžik herrscht Gneiss und Glimmerschiefer vor. Auf diesem krystallinischen Grundgebirge lagern aber ohne Zweifel mesozoische Schichtensysteme von demselben Alter und petrographischem Charakter wie in Karadža Dagh. Im rumelischen Mittelgebirge haben wir somit einen ursprünglich zusammenhängenden, jetzt durch tiefe, bis in das krystallinische Grundgebirge eingerissene Querthäler getrennten, ostwestlichen Zug von triassischen (zum Theile vielleicht auch jurassischen) und cretacischen Bildungen südlich vom Balkan und parallel mit diesem Gebirge. Die speciellere Gliederung dieser mesozoischen Bildungen ist eine noch in der Zukunft zu lösende Aufgabe."[3]

Prof. Dr. Franz Toula unterscheidet nach v. Hochstetter in seiner geologischen Übersichtskarte der Balkanhalbinsel vom Jahre 1882 drei Formationen in der Srednja Gora; der nördliche Theil ist als Glimmerschiefer und Gneiss bezeichnet, die Mitte — als Formationen unbestimmten Alters, und der südliche — als Granit.[4]

In der Karte von H. Skorpil, ohne Text (1882), ist ein grosser Theil der Srednja Gora als krystallinisch bezeichnet; in dem südwestlichem Theile befinden sich Sedimentgesteine der Trias oder Dyas, welche von Petrič in südlicher Richtung herrschen; nördlich von den Sedimentgesteinen befindet sich nach Panagjurište eine Eruptivzone, bestehend aus Augit-Andesit, Dolerit (?) und Basalt (?).

In seiner neueren Karte (1884) colorirt Herr Skorpil die Srednja Gora etwas anders, ohne die Ursache dafür anzugeben. Er bezeichnet die nordwestliche Hälfte als Granit und die übrige als Gneiss. Die Sedimentgesteine der Trias oder Dyas werden hier als Flysch (Neocom) angegeben.

Im Jahre 1882 hat H. Sanner manche Theile von Süd-Bulgarien untersucht und sich zweimal der Srednja Gora genähert, doch sagt er selbst: „Zur Kenntniss des geologischen Baues der Srednja-Gora hat meine Reise nur geringe Beiträge geliefert".[5] Er hat in dem östlichen Theile des Kesseler-Bair Stücke von verwittertem Granit gefunden, woraus er schliesst, dass der östliche Theil der Srednja Gora nur aus Granit bestehe. Bei Semetlii an der Topolnica hat er Gneiss in dicken Schichten constatirt und nicht weit von dem Orte auch dünne, mit Glimmerschiefer wechsellagernde Bänke von Gneiss. „Der Kairak-Bair", — setzt er fort, — „besteht

[1] Periodičesko Spisanije na Blgarskoto Knjižovno Družestvo. Heft VIII. IX. X (1884) Sofia. — Konst. Jireček, Cesty po Bulharsku, p. 209—281. Prag 1888.

[2] v. Hochstetter, Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien, XX. Bd. 1870, S. 431.

[3] v. Hochstetter, l. c. S. 431.

[4] Fr. Toula, Geologische Übersichtskarte der Balkan-Halbinsel. Petermann's Geogr. Mittheilungen, 1882, Oct.-Heft.

[5] H. Sanner, Beiträge zur Geologie der Balkan-Halbinsel. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., XXXVII., 2., S. 488.

ganz aus Gneiss und Glimmerschiefer."[1] Weiter beschreibt er bei Duvanlii auch die Eruptivgänge von Liparit, wobei er auch eine ausführliche Beschreibung der mikroskopischen Zusammensetzung dieser Felsart gibt.

Sanner betrachtet recht ausführlich auch die mesozoischen Schichten, welche v. Hochstetter zwischen Koprivstica und Panagjuriste angegeben hat, und zieht folgenden ziemlich richtigen Schluss: „Mir scheint jedoch dieser ganze Zug mesozoischer Gebilde am Nordrande der Srednja Gora, welcher ja an und für sich sehr problematisch ist, wenigstens in seiner Erstreckung bis zum Keseler-Bair durchaus nicht wahrscheinlich zu sein. Abgesehen davon, dass ich in den Thälern der von der Srednja Gora herabkommenden Bäche nur krystallinische Gerölle und keine Trümmer von Sedimentgesteinen fand, wurde mir auch von einem in Philippopel lebenden Bergingenieur, welcher die Srednja Gora über Panagjurište und Koprivstica bereist hat, die Mittheilung gemacht, dass er auf dieser Route nirgends jüngere sedimentäre Gesteine, sondern nur Gneiss und Glimmeschiefer gefunden habe.[2]

Neuere Untersuchungen über die westliche und eigentliche Srednja Gora haben wir nicht. Prof. Toula hat im Jahre 1884 nur den östlichen Theil, den Karadza Dagh bereist. Bei diesen lückenhaften Kenntnissen und zweifelhaften Meinungen über die geologische Zusammensetzung der Srednja Gora entschloss ich mich im Sommer 1886, diese schönen Gegenden meines Vaterlandes nach verschiedenen Richtungen zu durchreisen, um sie möglichst genau kennen zu lernen. Die Marschrouten, welche ich einschlug, sind die folgenden:

1. Von Pirdop über Dušanci nach Koprivstica.
2. Von Koprivstica über Bunaja-Planina nach Smilovene.
3. Eine Route von Koprivstica bis auf die Bogdan-Planina.
4. Von Koprivstica über Pop, Bič nach Panagjurište.
5. Von Panagjurište nach Bela prst (der weissen Erde) und über Banja, Bâta zurück nach Panagjurište.
6. Von Panagjurište über den Berg Bratia nach Čelopeč.
7. Von Čelopeč in der Richtung der Topolnica nach Poibrene.
8. Von Poibrene über Aramlievec Kamenica nach Petrič.
9. Von Petrič nach Mečka.
10. Von Mečka nach Lesičevo.
11. Von Lesičevo über Jelšica nach Panagjurište.
12. Von Panagjurište über Strelča nach Staro-Novo-Selo.
13. Von Staro-Novo-Selo nach Koprivstica.
14. Von Koprivstica über Klisura nach Karlovo.
15. Von Karlovo über Banja, Hissar nach Philippopel (Plovdiv).

Diese Marschrouten haben mir die Möglichkeit gegeben, alles für die Zusammenstellung der beigegebenen geologischen Karte der Srednja Gora Nöthige zu beobachten.

Übersicht der Formationen. Die geologische Beschaffenheit der Srednja Gora kann man in Kürze folgendermassen zusammenfassen:

Der Grundstock des ganzen Massives zwischen den Flüssen Topolnica und Strema besteht grösstentheils aus Granit-Gneiss, Gneiss und verschiedenen krystallinischen Schiefern von azoischem Alter, welche von verschiedenen granitischen und trachytischen Gesteinsarten durchbrochen sind. Die ersten erscheinen an verschiedenen Stellen zwischen Granit-Gneiss, Gneiss und Glimmerschiefer, während die anderen als Andesite und Trachyte im südwestlichen Theile der Srednja Gora einen bestimmten und ziemlich grossen Raum erfüllen. Zusammen mit den letztgenannten Felsarten auf der westlichen und südwestlichen Seite dieses Massives ruhen

[2] H. Sanner, l. c. S. 489.
[1] H. Sanner, l. c. S. 490.

über den azoischen krystallinischen Schiefern dolomitisch-kalkige Gesteine und kalkig-mergelige Schiefer der Trias, und über diesen, sowie stellenweise unmittelbar über dem Glimmerschiefer liegen kreidige, sandige, mergelig-sandige und kalkig-mergelige, bläuliche und röthliche Gesteine. An den Flüssen, am Fusse der Srednja Gora, sowie in den Ebenen um das Gebirge, finden wir nur Diluvium und Alluvium.

Granit-Gneiss. Ein grosser Theil der Srednja Gora ist aus Granit-Gneiss und Gneiss zusammengesetzt, zwischen welchen noch Amphibol-Gneiss, Amphibolit, Glimmerschiefer, Amphibolschiefer, Chloritschiefer und Sericitschiefer auftreten.

Die Felsarten, welche fast den Haupttheil der Srednja Gora ausmachen, beginnen im Westen, bei Vranski Kamik und erstrecken sich östlich bis zum Flusse Strema. Im Norden erreichen sie die Topolnica nicht, und im Süden sind sie von der eruptiven trachytischen Zone und von der diluvialen Ebene der Marica begrenzt. In diesem so begrenzten Massiv constatirte ich an einigen Stellen granitische, dioritische, sowie Diabas- und Porphyr-Gänge, welche zumeist den Gneiss und den Granit-Gneiss durchbrechen. Dasselbe Massiv erstreckt sich bis zum Balkan. Eine kleine Zone aus Granit Gneiss finden wir auch im südwestlichem Theile der Srednja Gora, von Poibrene nach Lesičevo; doch herrscht hier doch mehr der eigentliche Gneiss vor.

Der Granit-Gneiss ist somit das wichtigste und verbreitetste Gestein der Srednja Gora. Aus ihm besteht ein grosser Theil der Klimaš-Planina sowie die Umgebungen von Koprivštica. Granit Gneiss findet man aber auch zwischen Staro-Novo-Selo und Koprivštica, zwischen Koprivštica und Klisura, nördlich von Panagjurište nach Topolnica, um Poibrene, nicht weit von Lesičevo, zwischen Panagjurište und Staro-Novo-Selo u. s. w. Ich zweifle nicht, dass aus demselben Gesteine auch der Haupttheil der östlichen Partie unseres Massives zusammengesetzt ist, in welche es mir nicht möglich war einzudringen.

Ein grosser Theil dieses Granit-Gneisses erscheint bei makroskopischer Untersuchung vollkommen massig oder nur mehr weniger lagerhaft, so dass man ihn als Muscovit-Granit ansprechen würde, wenn nicht die mikroskopische Untersuchung bestimmende Aufschlüsse gäbe.

Die Verschiedenheit der mineralischen Bestandtheile im Granit-Gneiss ist nicht gross. Diese Bestandtheile sind: Feldspath, welcher als Orthoklas, Oligoklas und Mikroklin erscheint, dann Quarz und gewöhnlich weisser Glimmer (nur sehr selten kommt auch schwarzer [dunkler] Glimmer vor, z. B. in dem Berge zwischen Koprivštica und Klisura, Medet-Dere, bei Poibrene und an anderen Stellen). Ausserdem treten auf: Granat, Apatit, sehr selten Magnetit und Zirkon, und als untergeordnete Mineralien Epidot und Limonit. Mit wenig Variationen sind dies die Hauptmineralien, welche im Srednja Gora-Granit-Gneiss vorkommen. Die Mengenverhältnisse dieser Mineralien sind jedoch sehr veränderlich; bei manchen ist der Quarz vorherrschend, bei anderen dagegen Feldspath oder Glimmer. Mit wenigen Ausnahmen kann der Granat als allgemeiner Begleiter in dem Gesteine angenommen werden.

Fast ausnahmslos sind diese Gesteine oft tief hinein zersetzt. Nur selten findet man ein frischeres Stück (man vergl. Prof. Toula's Beschreibung der Gesteine im centralen Balkan[1] nördlich von Kalofer.) Da, wo die Gesteine massig entwickelt sind und weniger von den Atmosphärilien verändert wurden, bilden sie die in Granitgebieten gewöhnlichen Felsformen: Säulenförmige Absonderungen und Blockmassen. Solche Felsformen und Blockmassen sieht man südlich von Koprivstica, in der Richtung nach der Wasserscheide. Ich deutete schon früher an, dass die Gesteine sich mehr massig, als geschiefert zeigen. In beiden Fällen sind sie von vielen weissen und röthlichen Quarzgängen von verschiedener Mächtigkeit durchsetzt. Bei denjenigen Granit-Gneissen, bei welchen die „Lagerung" zum Theile noch zu sehen ist, sind die Bänke ausnahmslos unter verschiedenen Winkeln nach Süd und Süd-West geneigt.

Biotit-Gneiss, Muscovit-Gneiss, Amphibol-Gneiss. Mit dem Granit-Gneiss zusammen und fast in eben so grosser Verbreitung findet man in dem Massiv der Srednja Gora auch Glimmer- und Amphibolgneiss. Der erstere von ihnen nähert sich dem Granit-Gneiss, und der letztere den Amphiboliten. In dem begrenzten

[1] Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. LV. Bd. 1889, S. 12 ff. (des Sep.-Abdr.).

Massiv zwischen Topolnica und Strema hat der Gneiss mehr braunen und grünen und weniger weissen Glimmer, aber fast alle Varietäten enthalten auch mehr oder weniger Amphibol, welcher hie und da in Chlorit umgewandelt ist. Der Feldspath hat fast immer Veränderungen erlitten, jedoch kann man den Orthoklas von Plagioklas noch unterscheiden; manchmal bemerkt man auch etwas Mikroklin.

Der Quarz ist rein und klar, oder er ist mit festen, flüssigen und gasförmigen Einschlüssen erfüllt. Der weisse Glimmer kommt als solcher sehr selten vor, meistens ist er aus dem dunklen Glimmer, welcher vorherrscht, gebildet. Sphen und Apatit sind in vielen Gneissen vorhanden, Magnetit, Granat und Pyrit nur in manchen. Rutilnädelchen findet man nur im Amphibol-Gneiss von Poibrene. Hämatit, Limonit und Chlorit, welche in unseren Gneissen gleichfalls vorkommen, sind als Secundärbildungen zu betrachten.

Nach den mineralischen Bestandtheilen und nach der Structur sind diese Gneisse sehr verschieden: manche haben weisse, andere bunte, und auch dunkle Farben; manche sind massig, und andere gelagert; bei manchen unterscheidet man schon mit unbewaffnetem Auge die Hauptmineralien, andere sind sehr kleinkörnig, ja sogar dicht und compact. Ein grosser Theil der Gneisse ist verändert, verwittert und mit Rostflecken bedeckt. Auch diese Gneisse unseres Gebietes sind sehr mannigfaltig.

In der beiliegenden geologischen Karte der Srednja Gora sind der Granit-Gneiss und der Gneiss mit einer und derselben Farbe colorirt, weil es unmöglich war, den einen von dem andern scharf zu trennen; die beiden Gesteine gehen in einander über, und es ist sehr schwer zu bestimmen, wo das eine beginnt, und wo das andere aufhört. Wie bei den früher erwähnten Gesteinen, so findet man auch beim Gneiss weisse Quarzgänge, und die „Schichten" sind nach Süden, oder etwas nach Süd-West geneigt; nur bei Aramlievec, westlich von Poibrene und ausserhalb Topolnica fallen die zerquetschten Gneissschichten unter 20° nach Nord.

Glimmerschiefer, Amphibolit, Amphibolitschiefer, Chloritschiefer, Sericitschiefer. Besonders entwickelt finden wir charakteristische Glimmerschiefer in dem nördlichen Theile der Srednja Gora. Ein grosser Theil dieser Gesteine tritt im Becken von Zlatica zu Tage: bei Mirkovo, Zlatica, Pirdop u. s. f. Während sie hier stark verwittert sind, findet man sie an den Ufern der Topolnica ganz frisch. Hier streichen sie fast genau von Osten nach Westen und fallen steil nach Süden. Glimmerschiefer werden aber auch südlich von der trachytischen Eruptiv-Zone und an den beiden Seiten der Topolnica gefunden, und erstrecken sich auch nach der Ichtiman-Planina. Glimmerschiefer finden sich weiters auch in dem Central-Massiv zwischen dem Gneiss und Granit-Gneiss meist in dünnen Zwischenzonen. Nördlich von Staro Novo Selo erreichen solche Zwischenlagerungen auch eine grössere Mächtigkeit. Der Glimmerschiefer herrscht am meisten in der Umgebung von Koprivštica und ausserdem zwischen dieser Stadt und Panagjurište; wie weit sie nach Osten und nach Westen verbreitet sind, ist mir dermalen unbekannt. Nördlich von dem trachytischen Terrain fallen die Schichten der Glimmerschiefer fast immer nach Süd und Süd-West, aber der Winkel des Verflächens ist sehr veränderlich. So beträgt er z. B. südlich von Čelopeč 30—40°, an der Dâlga Reka nach Klisura 30—45°, auf der Bergspitze Bratia 30—32° und bei dem alten Bekleme des Klimaš, stehen die Schichten der Glimmerschiefer fast vertical; ebenso in dem Thale Širinejka südwestlich von Koprivstica. Bei Mileva Reka fallen sie dagegen wieder unter 45° nach Süden u. s. f. Anders ist die Richtung der Glimmerschiefer westlich von Poibrene und südlich von Kamenica; hier sind die Glimmerschiefer nach Norden geneigt ebenso nach Nordwesten und Nordosten; im Südosten von Poibrene sind sie nach Süden und Südosten geneigt. In dem ganzen untersuchten Terrain finde ich es fast unmöglich, die genaue Grenze zwischen Glimmerschiefer und Gneiss zu bestimmen, weil ein grosser Theil der Srednja Gora mit Wiesen, Wäldern und mit einer dicken Humusschichte bedeckt ist. Beim Coloriren der Karte war ich daher vielfach gezwungen, das Terrain nur nach den hie und da an der Oberfläche gefundenen Gesteinsstücken zu bezeichnen, so bei den Bergspitzen: Bic, Bogdan, Lisec, Bratia u. s. f.

In dem Glimmerschiefer der Srednja Gora und ihrer Umgebung tritt meistens der weisse Glimmer, in kleinen und grossen Blättern auf. So ist er z. B. im Zlatica-Becken, während in dem Glimmerschiefer nach der Mitte des Gebirges sich sehr oft neben dem weissen auch der dunkle Glimmer findet. Der Quarz ist allge-

mein und in Uberschuss fast überall vorhanden. In einem granitisirten Glimmerschiefer bei Lesičevo, durch welchen Pegmatitgänge hindurchgehen, fand ich auch etwas Feldspath; in demselben Gestein bemerkte ich auch Apatit und Granat. Der Granat ist in dem Glimmerschiefer bei Zlatica in Menge vorhanden. Etwas nach Südosten von Koprivštica befinden sich in dem weissen Glimmer eines Glimmerschiefers, sowie in dem Quarz kleine Blättchen von Sericit und wahrscheinlich wird in ihnen auch Sillimanit vorhanden sein; in demselben Gestein gibt es auch Magnetit. Sphen und Leukoxen, mit Magnetit und Pyrit findet man in dem Glimmerschiefer des Krezul, nach dem Berge Bogdan.

Mit dem Glimmerschiefer findet man sehr oft Amphibolit (gegenüber Bunaja, Pirdop bei den türkischen Gräbern u. s. f.), Amphibolitschiefer (zwischen Staro Novo Selo und Koprivštica), Chloritschiefer (am Flusse Klisura), Sericitschiefer (südöstlich von Koprivštica nach Bogdan). In der Nähe von Klisura an der Dâlga Reka werden die letzteren gleichfalls beobachtet, und ich glaube, dass bei der eingehenderen Erforschung dieser Gesteine auch noch manche andere Schiefervarietäten gefunden werden könnten.

Massige krystallinische Gesteine. In dem krystallinischen Bergmassive der Srednja Gora zwischen dem Gneiss und Glimmerschiefer treten an vielen Stellen Gänge von massigen krystallinischen Gesteinen auf, welche nach Rosenbusch folgendermassen unterschieden werden können:

Granit bei Medet-Dere nach dem Wachhaus, bei Šejovec und Lesičevo.

Pegmatit tritt in grösserer Verbreitung auf als der eigentliche Granit. Schöner Pegmatit tritt durch die Gneissgesteine bei Smilovene zwischen Koprivstica und Strelca, nördlich von Lesicevo zwischen Staro Novo-Selo und Koprivštica, im Osten von Klisura u. s. w. und findet sich verwittert im Nordwesten von Koprivštica, im Nordost von Panagjurište, bei der zweiten Hüttengruppe nach Aramlievec und an anderen Orten.

Eigentlichen Aplit-Granit findet man nicht weit von den Flüssen Topolnica und Rorač.

Granitit erscheint am Lisec bei der Schäferhütte, bei Asana und am Berge Bratia.

Amphibolgranitit und Mikrogranit mit Amphibol constatirte ich zwischen Panagjurište und Zlatica in der Nähe des Wachhauses.

Syenit gibt es nördlich von Poibrene.

Diorit mit Quarz bei Medet-Dere in der Nähe des Wachhauses.

Diabas mit Olivin oder Gabbro im Nordost unweit von Koprivštica.

Porphyrit findet man zwischen Lesičevo und Duvanlii, bei den Quellen des Medet-Dere, und Orthophyrit am Lisec beim Schäferhause, bei den Quellen des Medet-Dere, bei Panagjuriste in dem Thale der weissen Erde (Bjalata prst).

Ein dunkles serpentinähnliches Gestein mit Tremolit erscheint in dünnen Gängen nördlich von Lesičevo.

Von Sedimentärgesteinen findet man in der Srednja Gora die folgenden:

Triassische dolomitisch-kalkige Gesteine und dyassische (?) rothe und weisse Sandsteine.

In der nordwestlichen Ecke unseres Massives finden sich über den Glimmerschiefern dolomitische, verschieden gefärbte kalkige Gesteine mit weissen Kalkspathadern vor. Die Schichten hinter Petrič fallen unter 28—30° nach Südwest und bei Vranski Kamik unter 45° nach Nordwest. Diese Gesteine beginnen $4^1/_2$ *km* östlich von Petrič; sie zeigen sich an beiden Seiten der Topolnica und erstrecken sich von Südwest nach Nordost. Die Zusammensetzung des dolomitischen Kalksteines ist nicht überall dieselbe. Er findet sich meistens in dickeren Schichten und sogar in fast massiger Entwicklung, so dass an ihm keine Spur von Schichtung zu merken ist. In diesem Falle braust er nur schwach mit Säuren, bricht unregelmäßig und lässt sich schwer formatisiren. Die Atmosphärilien haben seine Oberfläche unregelmässig verändert, so dass um Topolnica sehr wunderliche Felsfiguren zu sehen sind. Ausser dunklen, dolomitisch-kalkigen findet man noch röthliche und gelbliche Gesteine. Die ersteren sind den urgonischen kalkigen Gesteinen sehr ähnlich.

Die dolomitisch-kalkigen Schichten liegen fast concordant auf den Glimmerschiefern und enthalten keine organischen Reste.

Nicht weit von Vranski Kamik haben dieselben Gesteine hell- oder dunkelgraue Farbe und sind denjenigen dolomitischen Gesteinen sehr ähnlich, welche nördlich von Tvardica bei den Orte Doksa sich befinden. In den Gesteinen bei Vranski Kamik bemerkt man sehr oft auch die Schichtverbindungen, welche auf Schnitten so sehr den Schädelnähten gleichen und welche für die Triaskalke in Bulgarien sehr charakteristisch sind.

Auf der Spitze des Vranski Kamik bemerkt man auch kalkige Breccien oder Breccienkalksteine, deren Cement kalkig oder sandig ist. Unter den Bestandtheilen der Breccien sieht man auch dolomitische Kalkstücke.

Beim Dorfe Petrič und auch bei Vranski Kamik ruht der dolomitische Kalkstein unmittelbar auf den Glimmerschiefern, ohne jedoch die kleinsten Spuren von Versteinerungen zu zeigen.

Nicht weit von Petrič, nämlich dort, wo die Topolnica eine südliche Richtung einschlägt, zeigen sich concordant über den dolomitischen Gesteinen sandig-kalkig-thonige Schichten mit weissem Glimmer, welche dicht und graugrünlich gefärbt sind und nach Petrič thonig-mergelig werden. Diese Gesteine, welche ihre Farbe oft verändern und sogar roth werden, können aus Mangel an Versteinerungen nicht genau bestimmt werden, so dass es unentschieden bleiben muss, ob sie der Trias- oder Kreide-Formation angehören.

Wenn wir die Sandsteine (weisse und rothe) betrachten, welche südlich von Petrič auftreten und der Zusammensetzung nach mehr der Dyas als der Kreide gleichen, dann erscheint die Zurechnung der erwähnten thonigen Schichten zur Trias gerechtfertigt. Ich enthalte mich übrigens für jetzt eines bestimmten Ausspruches über das Alter aller dieser Schichten.

Kreide-Formation. Die Kreide-Formation ist in der Srednja Gora in grösserem Massstabe vorhanden als die Trias. Sie findet sich zwischen Petrič und Poibrene und erstreckt sich im Osten bis zur Strelčanska Reka, in der Umgebung von Papinči; im Westen reicht sie über Topolnica und erstreckt sich nach Kamenica und Smolsko. Diese Formation ist hier durch thonige kalkige Gesteine, sandige thonige Schichten und mergelige Sandsteine mit weissem Glimmer vertreten; im Allgemeinen ist die Zusammensetzung dieser Gesteine, sowie die Färbung und Stärke der Schichten sehr verschieden. Ein grosser Theil der Kreideschichten ruht concordant über den triassischen Schichten. Es gibt aber auch solche, welche unmittelbar, aber discordant über den Glimmerschiefern liegen. Nördlich von Poibrene liegen die Kreideschichten concordant über rothen und weissen Sandsteinen; sie sind hier mergelige und thonige Sandsteine, die reich sind an weissem Glimmer und an organischen Resten. Unter den letzteren findet man am häufigsten Exogyren, welche der *Exogyra columba* Lam. entsprechen; es finden sich aber auch andere nicht weiter bestimmbare Bivalven in Steinkernen. Diese Sandsteine fallen unter 14° nach Süd und sind jenen von Perdilovo (Bezirk Lovča) und von Kersenlik östlich von Elena ähnlich.

Etwas südlich von diesem Orte zeigen sich rothe, kalkig-thonige Schichten, welche denjenigen von Losen bei Sofia ähnlich sind,[1] hier aber fast senkrecht stehen oder steil nach Süden neigen. Ähnliche rothe Schichten findet man auch bei Poibrenski Koschari, sie sind aber hier nach Nord geneigt. Bei dem Dorfe Banja fallen die Kreideschichten nach Ost und nach Süd und $2^3/_4$ *km* südlich von Panagjuriste nach Südost.

Südlich von Mečka liegen die rothen thonigen Schichten discordant über dem Glimmerschiefer und fallen nach Südwest unter einem Winkel von 60—70°; noch etwas südlicher ändern sie die Fallrichtung nach Nord ost. Diese Störungen der Schichten möchte ich mit der trachytischen und andesitischen Eruption in Zusammenhang stellen. Die Schichten nördlich von Karnare[2] entsprechen ganz gut den soeben besprochenen in der Srednja Gora und desshalb betrachte ich sie als isochron mit diesen.

[1] v. Hochstetter. — l. c. S. 439.

[2] Fr. Toula. Geolog. Untersuchungen im centralen Balkan, Wien 1889, S. 49.

Quarternär, Diluvium und Alluvium. In der Umgebung von Pirdop und überhaupt in dem grössten Theile des Zlatica-Beckens findet man Lehmmassen, welche sehr viel weissen Glimmer und ziemlich viel Feldspaththeilchen enthalten. Der Lehm ist fett, grau, leichtbrüchig und kleinkörnig und erreicht nur bis 2 *m* Mächtigkeit. Er liegt hier über Schotter, welcher in dem Zlatica-Becken viel verbreitet ist.

An den Ufern der Topolnica finden sich an vielen Stellen diluviale und alluviale Ablagerungen, welche kleine Ebenen und niedrige Terrassen bilden. Bei Koprivštica im oberen Theile des Flusses befindet sich ein kleines, von Nord nach Süd verlängertes Becken, welches zumeist mit Alluvium ausgefüllt ist. Mit demselben Material ist auch das kleine Becken bei Panagjuriste erfüllt. Die Erde in der Mitte des Beckens ist weisslichgrau, leichtbrüchig und sandig; an den Rändern bildet Diluvium, aus verwitterten Gneissstücken zusammengesetzt, die Ausfüllung.

Einen grösseren Raum umfasst das diluviale und alluviale Becken an der Strema, im Nordosten der Srednja Gora. Diluvialablagerungen in diesem Becken finden sich bei den Füssen aus der Stara Planina, dem centralen Balkan, und die alluvialen in der Ebene an der Strema; die einen, wie die anderen gehen allmälig in einander über. Am Fusse des Balkan zeigt sich das Diluvium besonders schön in den tiefen Ebenen der steinigen Terrassen zwischen Sopot und Karlovo.

Besonders entwickelt ist die Quarternär-Formation am ganzen südlichen Gehängefusse der Srednja Gora, von Ost nach West, verschiedene Terrassen von verwittertem Material des Massives bildend. Die alluviale Ablagerung liegt mehr in der Ebene, südlich von den Diluvial-Terrassen. Kalktuff findet sich an vielen Stellen an der rechten Seite der Topolnica im Nordosten von Petrič; er bildet sich heute noch fort.

Junge vulkanische Gesteine: Andesit, Liparit, Trachyt und vulkanischer Tuff. Die Tr achyt gesteine sind vielfach in dem süd-westlichem Theile der Srednja Gora vorhanden und sind sehr mannigfaltig. Die Liparite, Trachyte, Andesite durchbrechen den Gneiss, den Glimmerschiefer und die Kreideschichten und haben überall, wo sie durchgebrochen sind. Spuren in den Nachbargesteinen zurückgelassen. Neben den vulkanischen Gesteinen finden wir auch andesitische Tuffe und vulkanische Asche.

Vulkanische Kegel und charakteristische Kraterbildungen sind nirgends vorhanden. Die Erosion und überhaupt die Wirkung der Atmosphärilien haben alle äusseren Zeichen der Eruption verwischt und haben ein sehr steiniges Gebiet erzeugt, das jeder Vegetation entbehrt.

Es ist schwer auszusprechen, wann diese Gesteine emporgedrungen sein könnten, ob am Ende der Kreide, oder im Anfange des Tertiär (Miocän oder Oligocän). Wenn wir die Andesite, Liparite und Trachyte in Betracht ziehen, so werden wir jedenfalls sagen, dass ihr Durchbruch früher stattgefunden hat, weil die Mineralien dieser Gesteine etwas verändert sind, ja es haben sich sogar in ihnen neue Mineralien gebildet.

So z. B. in dem Feldspath finden wir secundäre Bildungen, und der Amphibol und die Augite sind verändert u. s. f. Solche Veränderungen haben mir Bedenken verursacht, so dass ich zweifelte, zu welcher Gruppe ich viele von den Gesteinen stellen sollte: zu den Andesiten, oder zu den Porphyriten. Aus diesem Grunde zählte ich auch einen grossen Theil der Andesite zu den Porphyriten, welche ich schon früher erwähnt habe.

Andesite findet man in der Nähe von Popinci (Augit-Andesit) und zwischen Petrič und Mecka (Amphibol-Andesit.)

Schöne Liparite gibt es bei Kamenica, in der Nähe von Duvanlii, zwischen Lesičevo und Duvanlii, sowie im Norden von Lesičevo. Trachyt ist verbreiteter als die Andesite. Ich fand ihn typisch zwischen Petrič und Mecka, Trachyt mit schwarzem Glimmer auf dem Berg Vranski Kamik; Augit-Trachyt gibt es bei Popinci, zwischen Petric und Mecka und Amphibol-Trachyt, zwischen Bata und Panagjurište, zwischen Petrič und Mečka unweit von Kamenica und südlich von Panagjurište.

Tuff ist auch viel verbreitet, ich erwähne nur sein Vorkommnn bei Popinci, am Südende von Panagjurište.

Erze. Von Erzen und Metallen sind bis nun die Folgenden aus der Srednja Gora bekannt:

Gold hat man bis vor einigen Jahren an der Topolnica gewaschen, worin sich dieses kostbare Mineral in kleinen Quantitäten findet. Pyrit ist in grosser Quantität vorhanden; er findet sich in den Trachytgesteinen, im SW von Panagjurište, in Krivi Dol bei Duvanlii, nördlich von Elšica nach Bâta, im Westen von Sinevec im Thale Sara-Jara und an anderen Orten.

Der Pyrit kommt zumeist mit Markasit vor, und durch die Verwitterung beider Mineralien hat sich an vielen Stellen auch Melanterit gebildet. Chalkopyrit begleitet den Pyrit in Krivi Dol, nördlich von Lesičevo, aber dieses Mineral ist nur in kleinen Quantitäten verbreitet. Limonit, bildet sich als Ocker an manchen Quellen in Klimaš.

Im Süden von Elšica wird eine fette, rothe Ockererde gewonnen, die in dieser Gegend unter dem Namen Kana bekannt ist, und aus der Verwitterung der Trachytgesteine entsteht, in welchen sich Pyrit findet. Ziemlich schönen Kaolin findet man an den Ufern in NW. von Koprivštica; er entsteht in Folge der Verwitterung der Pegmatitgänge und des Granit-Gneisses.

In der Nähe von Klimaš, wo sich der Kaolin findet, sind die Gewässer, welche hier entspringen, milchigweiss von feinem Kaolinpulver, das sie an geeigneten flachen Stellen ablagern.

Bei Smilovene findet man in der weisslichen Erde ein schwarzes Harz in Körnern und Stäubchen, welches sehr dem Retinit ähnlich ist. Unter denselben Verhältnissen findet sich Harz in Rarač-Dol nicht weit von der Bič Planina, sowie auch im Norden von dem Dorfe Krastovo.

Heisse Mineralquellen. Am Südfusse der Srednja Gora findet sich fast von Ost nach West eine Spalte, aus welcher viele heisse Mineralwässer hervorquellen. Das Wasser von einigen derselben ist von altersher in Badebecken gesammelt und wird noch heute von der Bevölkerung zu Heilbädern benützt. Solche heisse Mineralquellen (Banjas) sind die folgenden:

1. In dem Bezirk von Karlovo südöstlich vom Dorfe Banja. Besitzt bei der Quelle eine Temperatur von 47·5° C. Das Mineralwasser ist ziemlich klar und geschmacklos und riecht schwach nach Schwefelwasserstoff.

2. Die Chisar-Bäder. Sie gehören zu den wichtigsten in Süd-Bulgarien und bestehen aus fünf umschlossenen Hauptbecken, einer bedeckten Waschstelle und einigen nicht bedeckten Quellen. Die höchste Temperatur dieser Bäder findet man in der Havusa-Quelle mit 49° C.; dann kommen: „Momina“ mit 48° C., „Kjepčesa“ mit 45° C., „Čuludja“ mit 41° C. und „Indjesa“ mit 41° C. Die Temperatur an der Waschstelle beträgt 42° C. Mit Ausnahme der Quelle „Indjesa“ sind fast in allen die folgenden Salze vorhanden: kohlensaures Natrium, Chlornatrium und Natriumsulfat. Fast alle enthalten Kohlensäure und in sehr geringen Quantitäten auch Eisencarbonat.

3. Die Bäder bei Krastovo. Es sind zwei Quellen. Die erste hat eine Temperatur von 48—50° C. und das Wasser ist ohne Geruch und Geschmack; die zweite hat 49—50° C. und das Wasser riecht nach Schwefelwasserstoff.

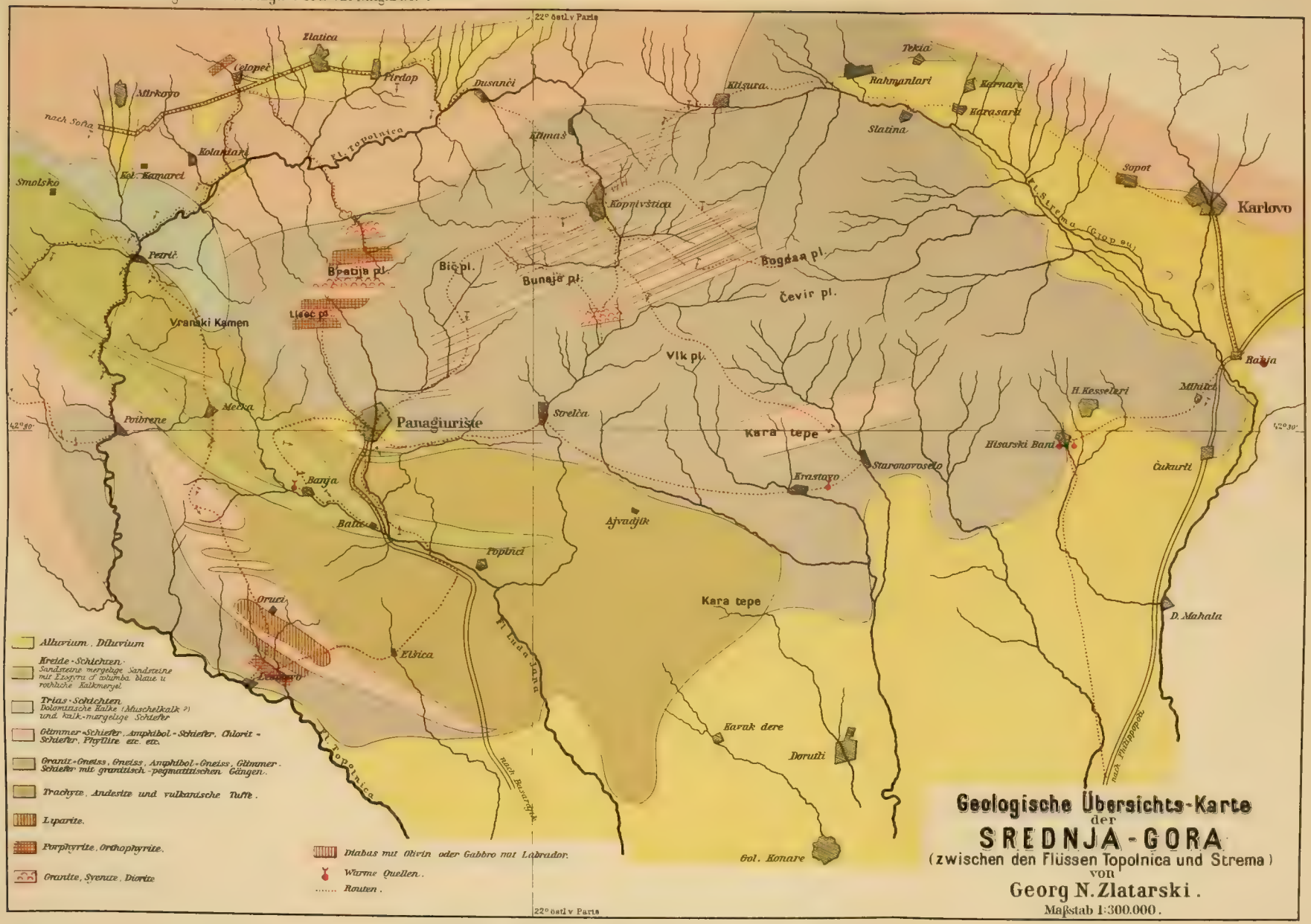
4. Im Dorfe Strelča quillt das heisse Wasser unter den Brettern hervor, mit welchen die zwei Reservoirböden gedeckt sind. In der Quelle hat das Wasser eine Temperatur von 38° C. und ist arm an Schwefelwasserstoff. Nicht weit von diesen Bädern, in der Mitte des Dorfes strömt ein anderes heisses Wasser mit einer Temperatur von 33° C. aus.

5. Einen Kilometer westlich vom Dorfe Banja (im Bezirke von Panagjurište) findet man ebenfalls heisse Mineralquellen, welche hier aus den rothen, kalkigthonigen Schichten ausströmen, die unter 35° nach Ost geneigt sind.

Das heisse Wasser sammelt sich hier in zwei geschlossenen Badebecken. In dem einen derselben fand ich die Temperatur von 41° C. (am 14. Juli bei einer äusseren Temperatur von 31° C. und einem Barometerstand von 728 *mm*). An demselben Tage war die Temperatur in dem zweiten Reservoir 45·5° C. Alles Wasser ist klar und geruch- und farblos. Beim Dorfe Banja strömt ausser diesen zwei Quellen heisses Wasser auch noch aus weiteren acht bis neun offenen Stellen aus, worin manche Kranke Genesung suchen, indem sie sich in den Schlamm des heissen Mineralwassers legen.

6. Zwischen den Dörfern Banja und Bâta, bei der Mühle des Lultscho Gruev strömen ebenfalls heisse Mineralquellen aus, deren Temperatur jedoch niedriger als die der vorigen ist.

7. Man hat mir erzählt, dass heisse Mineralquellen auch beim Dorfe Poibrene vorhanden sein sollen. Ich hatte jedoch keine Gelegenheit, sie zu besuchen und ihre Temperatur zu messen.



Kartogr. Anst. v. G. Freytag & Berndt Wien

BEITRÄGE

ZUR

ANATOMIE DES CENTRALNERVENSYSTEMS

INSBESONDERE DES RÜCKENMARKES

VON

Prof. Dr. J. SINGER

UND

Dr. E. MÜNZER

IN PRAG.

AUS DEM PHYSIOLOGISCHEN INSTITUTE DER K. K. DEUTSCHEN UNIVERSITÄT ZU PRAG.

AUSGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. MAI 1890

Wenn wir in den folgenden Zeilen den Fachgenossen die Resultate einer längeren und, wie jeder Sachverständige zu beurtheilen im Stande sein wird, sehr mühsamen Experimentaluntersuchung mitzutheilen unternehmen, so wird vielleicht die Zahl der wirklich neuen Thatsachen zu der Grösse der aufgewendeten Arbeit nicht im Verhältnisse zu stehen scheinen; indess lehrt die Erfahrung, dass Sicherung älterer Thatsachen durch neue oder mit neuen Methoden in Angriff genommene Experimente kein ganz undankbares Unternehmen ist. Ist es doch eine alltägliche Wahrnehmung, dass Versuchsergebnisse, welche durch mühsame Untersuchungen von einem Experimentator festgestellt wurden, von dem anderen auf Grund ebenso umfassender Forschungen in Abrede gestellt werden, so dass eine wiederholte sorgfältige Neubearbeitung desselben Versuchsfeldes für die Consolidirung der Grundlehren einer Disciplin immer werthvolle Beiträge zu liefern im Stande ist.

Gleichzeitig mit unseren gemeinschaftlichen Versuchen über das Chiasma [1] haben wir eine grössere Zahl von Versuchen am Rückenmark vorgenommen, und das in verschiedener Weise in experimentellen Angriff genommene Organ mit Hilfe der von uns bei Gelegenheit unserer Chiasmaarbeit in die deutsche Fachliteratur eingeführten Marchi'schen Methode untersucht. Über letztere und die bei derselben in Anwendung zu ziehenden Vorsichtsmassregeln würden wir es überflüssig finden, noch Worte zu verlieren, da wir in der genannten Arbeit bereits die Resultate einer umfassenden und alle zweifelhaften Punkte betreffenden Experimentalprüfung derselben niedergelegt haben. Es ist uns aber in letzter Zeit die Mittheilung gemacht worden,

[1] Diese Denkschriften, Bd. LV.

dass ein jüngerer Forscher in einem öffentlichen Vortrage, über welchen uns jedoch bis heute kein gedruckter Bericht vorliegt, die Marchi'sche Methode als eine unverlässliche bezeichnet hat, und wir müssen daher diesem Gegenstande einige Worte widmen, obgleich es sich dabei nur um eine Wiederholung des schon einmal an anderer Stelle Gesagten handeln kann. Die Wirkung des Marchi'schen Reagens besteht bekanntlich darin, dass die degenerirten Nervenfasern sich darin intensiv schwärzen, während die normalen bloss bräunlich gefärbt erscheinen. Der einzige Fehler der Methode, der nun zur Vorsicht zwingt, ist der, dass in manchen Präparaten und in manchen Theilen des Centralnervensystemes, auch ohne dass wirklich Degeneration vorläge, sich geschwärzte Tropfen und Schollen vorfinden, über deren Anordnung und Aussehen und über deren Unterschied von echter Degeneration in unserer obengenannten Arbeit nachzulesen ist. Begreiflicherweise sind diese geschwärzten Tropfen und Schollen, wo sie vorkommen, niemals genau in derselben Weise angeordnet, sondern wechseln in den verschiedenen Präparaten nach Menge und Lage ausserordentlich und fehlen in vielen überhaupt. In letzterem Umstande liegt nun, wie wir schon früher erwähnt, das höchst einfache und selbstverständliche Mittel, um sich vor etwaigen Fehlern in der Deutung der Resultate zu schützen. Dieses Mittel besteht darin, was in experimentellen Arbeiten ohnehin immer die Regel sein muss, nicht aus einem einzigen Versuche Schlussfolgerungen zu ziehen, sondern die Versuche mehrfach zu wiederholen, wobei eine Verwechslung von Degeneration mit den oben erwähnten Schwärzungen unmöglich vorkommen kann. Jede Methode hat ihre Fehler, die man vor Abschluss einer grösseren Experimentaluntersuchung genau zu prüfen verpflichtet ist und auf die bei Gelegenheit der Veröffentlichung der Resultate aufmerksam gemacht werden muss; eine Methode aber, die in gewissenhafter Weise nach jeder Hinsicht geprüft wurde und von deren Ergebnissen zur Publication, wie jeder Fachmann zu beurtheilen im Stande ist, nur ganz tadellose und einwurfsfreie Präparate benützt wurden, als unverlässlich zu bezeichnen, weil vielleicht einige mit derselben vorgenommene Versuche nicht vollständig gelangen, wäre wohl ebenso incorrect, als, um ein Gleichniss zu gebrauchen, ein sonst vortreffliches Pferd als unverlässlich zu bezeichnen, weil es einen unerfahrenen Reiter abgeworfen.[1]

I. Über das Waller'sche Gesetz.

Die ersten Versuche, über die wir in Kürze berichten wollen, betreffen ein Thema, dessen Neubearbeitung in letzter Zeit wiederholt unternommen wurde; wir meinen die Versuche Waller's an den Spinalnervenwurzeln. Das Resultat der Waller'schen Versuche lässt sich bekanntlich dahin formuliren, dass das „trophische Centrum" der sensiblen Wurzeln in den Spinalganglien, das der motorischen im Rückenmark, und zwar mit grosser Wahrscheinlichkeit in den grossen multipolaren Zellen des Vorderhornes gelegen ist. Die experimentellen Thatsachen, welche die Grundlage dieses von Waller aufgestellten Satzes bilden, wurden bis in die neueste Zeit als die wohl am sichersten festgestellten Daten der Experimentalphysiologie des Centralnervensystems betrachtet. Zwei neuere Arbeiten indess haben den Versuch gemacht, das „Waller'sche Gesetz" zu corrigiren, beziehungsweise durch Zuthaten zu ergänzen. Die erste Arbeit, eine unter dem achtunggebietenden Namen v. Gudden's erschienene Dissertation von P. Vejas[2] kommt zu folgendem Resultate: Reisst man (das Durchschneiden der Wurzeln verwirft Vejas als unsicher) die beiden Wurzeln eines Spinalnerven ab, so verschwinden beide am Rückenmark zurückgelassenen Stümpfe, sowohl der hintere als der vordere vollständig. Auch der am Ganglion sitzende Stumpf der sensiblen Wurzel verschwindet. Ferner: das Ganglion

[1] Dieselbe Bemerkung gilt bezüglich des Referates über unsere Chiasmaarbeit in Michel's Jahresbericht. Jeder, der unsere Arbeit nicht im Originale kennt, müsste nach diesem Referat glauben, wir hätten die Marchi'sche Methode ungeprüft verwendet. Gegenüber den wenigen Schnitten vom normalen Chiasma, die die Herren Referenten auf der Würzburger Augenklinik gesehen und auf die sie ihr wegwerfendes Urtheil gründen, stehen wohl über dreitausend genau untersuchte Präparate unserer Sammlung. Nicht die Methode als solche halten wir, wie die Herren Referenten uns vorwerfen, für einwurfsfrei, wohl aber die von uns zur Veröffentlichung benützten Präparate.

[2] Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Spinalganglien. München 1883.

selbst geht nach Durchtrennung der periferischen Fasern zu Grunde. Drei gewiss sehr einschneidende Modificationen der Waller'schen Lehre. Die zweite Arbeit ist von Max Joseph[1] in Berlin und kommt zu folgendem Ergebniss: Nur nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln stimmen die Resultate vollständig mit denen Waller's überein, nach Durchschneidung der hinteren Wurzel zwischen Ganglion und Rückenmark degeneriren auch einige Fasern im Ganglion und im periferen Nerven, nach Durchschneidung des periferen Nerven erfolgt ebenfalls partielle Degeneration des Ganglion spinale und der zugehörigen hinteren Wurzel.

Kurz nach dem Erscheinen der Vejas'schen Arbeit hat übrigens schon Kahler sich der Mühe unterzogen, das Waller'sche Gesetz einer erneuerten Prüfung zu unterziehen und in mehreren am Hunde vorgenommenen Experimenten abermals eine vollständige Bestätigung desselben gefunden. Die Untersuchung geschah in sehr sorgfältiger Weise an Zupfpräparaten der mit Osmium behandelten Nerven und Wurzeln. Merkwürdigerweise wird auf diese Arbeit Kahler's nirgendwo Rücksicht genommen, und so sei auf dieselbe hier aufmerksam gemacht.[2]

Die Arbeiten von Vejas und Joseph veranlassten uns, auch das Waller'sche Gesetz in den Bereich unserer Untersuchungen zu ziehen und die hiebei gewonnenen Präparate mit der Marchi'schen Methode zu untersuchen.

Die Versuche betrafen junge Katzen und Hunde, denen nach Eröffnung des Wirbelkanals vordere und hintere Wurzel zwischen Ganglion und Rückenmark durchschnitten wurden. Nach 3 bis 4 Wochen wurden die Thiere getödtet, die betreffenden Wurzeln und Ganglien mit dem die Stümpfe an der Schnittstelle verbindenden gallertartigen Gewebe vorsichtig herauspräparirt nach Marchi behandelt und hierauf mittelst Mikrotom nach Celloidineinbettung in vollständige Schnittserien zerlegt. Es liegen uns mehrere solche tadellos gefärbte, lückenlose Schnittserien vor und gehören dieselben wohl zu den instructivsten Präparaten, die man sehen kann. Fig. 1 gibt ein solches Präparat wieder. Oben sieht man den vollständig degenerirten Stumpf der hinteren Wurzel neben dem vollständig normal erscheinenden der vorderen, unten das vollständig normal erscheinende Ganglion mit der ebenfalls vollständig normal erscheinenden hinteren Wurzel, daneben die vollständig degenerirte vordere Wurzel. Dieses Bild bleibt durch alle untersuchten Schnittserien vollständig identisch niemals waren wir im Stande, im Ganglion oder in dem von demselben abgehenden periferen Theile der hinteren Wurzel auch nur eine Spur von Degeneration nachzuweisen. Die Beobachtung von Vejas also, dass beide centralen Stümpfe der durchtrennten Wurzeln atrophiren, sind wir ebenso wenig im Stande zu bestätigen, wie die Beobachtung Joseph's über die Degeneration einiger Fasern im Ganglion und periferen Stumpf nach Durchschneidung der hinteren Wurzel. Wir haben unter anderem die Durchschneidungsversuche an den Wurzeln der unteren Sacralnerven am Hunde vorgenommen, welche den grossen Vortheil bieten, dass das zwischen Ganglion und Rückenmark gelegene Stück sehr lang ist, so dass insbesondere das dem Ganglion anhängende Stück lang genug ist, um ganz frei von den Folgen der sogenannten traumatischen Degeneration, die sich immer 1—2 *mm* weit von der Schnittstelle erstreckt, zur Untersuchung zu gelangen. Niemals fanden wir an vollständig und genau untersuchten Schnittserien einen Befund, der die oben erwähnten Beobachtungen Vejas' und Joseph's hätte stützen können.

Was die zweite Neuerung Joseph's am Waller'schen Gesetz betrifft, nämlich die partielle Degeneration des Ganglion und der hinteren Wurzel nach Durchschneidung des periferen Nerven, so haben wir dazu Folgendes zu bemerken. Wir haben einige Fälle von Kaninchen untersucht, denen der Ischiadicus hoch oben an seinem Austritte aus dem Becken durchschnitten wurde, und welche mehrere Wochen am Leben blieben. Wir konnten in diesen Fällen niemals weder am centralen Nervenstumpfe, noch an den hiezu gehörigen hinteren Wurzeln eine wirkliche echte Degeneration nachweisen, also niemals Markscheidenzerfall, Körnchenzellenbildung, Zerfall des Axencylinders. Wohl aber war in allen diesen Fällen, wenn genügende Zeit nach der Operation verflossen war, eine deutliche Verschmälerung des entsprechenden Hinterstranges kenntlich. Woraut

[1] Archiv f. Anat. u. Phys. 1887. S. 246.

[2] Prager Medic. Wochenschrift, 1884. S. 302: Über die Unheilbarkeit gewisser Rückenmarkserkrankungen.

diese übrigens lange bekannte Erscheinung beruht, ist uns nicht bekannt, mit der echten Waller'schen Degeneration hat sie entschieden nichts zu thun, denn sie ist schon nach vier Wochen deutlich erkennbar, in einer Zeit also, wo die echte Waller'sche Degeneration noch nicht spurlos abgelaufen ist, also an unseren Präparaten mit Leichtigkeit nachzuweisen gewesen wäre. Wir können also auch diese Beobachtung Joseph's nicht bestätigen. Der Umstand, dass Joseph seine Untersuchungen an der Wurzel des zweiten Halsnerven, wir die unseren an den Sacral- und Lambalnerven angestellt haben, dürfte wohl nicht genügen, die Differenzen unserer Experimente zu erklären.

Wir können nicht umhin, hier mit wenigen Worten der interessanten Experimente Krause's über Nervendegeneration zu gedenken, welcher vorwiegend am Menschen untersuchte und zu merkwürdigen Resultaten gelangt ist.[1] Krause untersuchte zuerst im Vereine mit Friedländer Nerven und Rückenmark von Menschen längere Zeit nach erfolgten Amputationen. Sie kamen zu dem Resultate, dass hier die Nerven einer eigenthümlichen Veränderung unterliegen, die sich zu erkennen gibt im Schwunde des Markes, Verschmälerung der Nervenfasern und Kernwucherung. Es sollte sich nach diesen Beobachtungen Krause's und Friedländer's um eine einfache Atrophie handeln, die sich wesentlich von der echten Waller'schen Degeneration unterscheidet, ein Resultat, welches mit den von uns am Kaninchen festgestellten vollständig übereinstimmt. Neuerdings jedoch hat Krause seine frühere Ansicht wesentlich modificirt. Er fand nämlich, dass in dem centralen Stücke eines durch Gangrän in seiner Continuität unterbrochenen Nerven beim Menschen aufsteigende Degeneration einer grossen Anzahl von Nervenfasern erfolgt. Controlversuche am Kaninchen lehrten, dass die entsprechende Veränderung bei der Durchschneidung des Kaninchennervens zwar eine sehr geringe, nur wenige Fasern betreffende, aber doch deutlich ausgesprochene ist, und es sollen im periferen Nervenstumpf ebensoviel Fasern erhalten bleiben, als aufsteigend degeneriren. Wir können wie schon erwähnt zu diesen Experimenten Krause's nur bemerken, dass wir zu wiederholten Malen die centralen Stümpfe durchschnittener Kaninchennerven untersucht haben, dass es uns aber niemals gelungen ist, daselbst eine echte Degeneration nachzuweisen; in der Nähe der Schnittstelle findet sich die bekannte traumatische Degeneration, in manchen Nerven wohl hie und da eine degenerirte Faser, die sich ungezwungen als „normale Degeneration (S. Mayer)" auffassen lässt, niemals aber eine in typischer Weise etwa eine bestimmte Faseranzahl ergreifende Veränderung. Ebensowenig gelang es uns, im periferen Stumpf eines durchschnittenen Nerven normale Fasern nachzuweisen.

Dass wir ebensowenig das von Vejas constatirte Zugrundegehen des Ganglion nach Durchschneidung des periferen Nerven constatiren konnten, sei hier ebenfalls noch erwähnt. Wir konnten also in unseren Versuchen am Thiere das Waller'sche Gesetz nur abermals in jeder Hinsicht bestätigen und haben für keine einzige der in neuerer Zeit demselben hinzugefügten Correcturen und Erweiterungen in unseren Versuchen eine Stütze gefunden. Dass diese Bemerkung nicht für die von Krause an menschlichen Nerven beobachteten Erscheinungen gilt, bedarf keiner weiteren Erwähnung, da sich unsere Erfahrungen nur auf das Thierexperiment beziehen. Wir glauben aber, dass Krause seine erste Ansicht, die Veränderungen im Centralorgan nach Nervendurchschneidung betreffend, zu schnell zurückgenommen hat, denn dass eine solche einfache Atrophie besteht, ist nach unseren Beobachtungen am Kaninchenrückenmark ausser allem Zweifel.[2] Dass solche einfache Atrophien übrigens auch den motorischen Nerven bei peripherer Durchschneidung ergreifen können, lehren die Versuche v. Gudden's am neugebornen, Forel's am erwachsenen Thier. v. Gudden constatirte zuerst, dass der N. oculomotorius des Kaninchens mit seinem Kern vollständig zur Atrophie gebracht werden kann, wenn er dicht an seinem Austritte aus dem Centralorgan durchtrennt wird; dasselbe constatirte dieser Forscher auch für den Facialis. Neuerdings hat nun Forel für den Facialis den Nachweis geführt, dass auch an erwachsenen Thieren dieselben Erscheinungen auftreten, wenn genügende Zeit

[1] Archiv f. Anat. u. Phys. Physiol. Abtheilung, 1887, S. 370.

[2] In vollständiger Übereinstimmung stehen mit dieser Anschauung auch die Versuche von Homén. Neurol. Centralblatt, 1888.

gegeben ist, dass sich die betreffenden Veränderungen entwickeln.[1] Auch hier handelt es sich um eine einfache, noch dazu einen motorischen Nerven betreffende aufsteigende Atrophie, welche mit der Waller'schen Degeneration nicht verwechselt werden darf. Hierher gehören auch die sehr merkwürdigen Atrophien des Facialis-, respective Oculomotoriuskernes nach Entfernung der Lidmuskulatur einerseits, der Iris andererseits, welche neuerdings von Mendel beschrieben worden sind.[2] Letztere sind umso merkwürdiger, als wie schon erwähnt, v. Gudden selbst Atrophie des Oculomotoriuskernes nur dann fand, wenn es ihm gelang, den Nerven am Austritt aus dem Gehirne abzureissen. Wir selbst untersuchten zu wiederholtenmalen Gehirne von Thieren, denen kurz nach der Geburt die Augenhöhle vollständig ausgeräumt wurde, ohne dass wir jemals am zugehörigen Oculomotorius eine Atrophie hätten nachweisen können. Alle diese Fragen bedürfen noch einer ausgedehnteren experimentellen Untersuchung.

II. Über den Aufbau der Hinterstränge.

Die zweite Frage, welche wir einer erneuerten experimentellen Bearbeitung unterzogen, war die des Verlaufes der hinteren Wurzeln in den Hintersträngen. Schon seit längerer Zeit sind Fälle in der Literatur verzeichnet, wo nach Verletzung der cauda equina beim Menschen durch verschiedene Ursachen sich Degeneration der sogenannten Goll'schen Stränge bis zur Med. oblongata vorfand, eine Beobachtung, welche für sich allein hinreichend wäre, den Beweis zu liefern, dass ein Theil der hinteren Wurzeln seine Fortsetzung bis zur Med. oblongata entsendet. Im Jahre 1881 unternahm der eine von uns (Singer) eine experimentelle Prüfung dieser Frage und gelang es ihm, mit einwurfsfreien Methoden auch den experimentellen Nachweis für diese Thatsache am Hunderückenmark beizubringen.[3] Trotzdem diese Resultate Singer's von Kahler, Weiss, Schiff, Borgherini u. A. bestätigt wurden, unterzogen insbesondere einige russische Forscher dieselben einer Nachprüfung und kamen zu vollständig negativen Resultaten.

Bei dem Umstande, dass diesen negativen Beobachtungen von Bechterew und Rosenbach einerseits, Rossolymo andererseits offenbar mehr Bedeutung zugeschrieben wird, als den obgenannten positiven (so z. B. wird in dem Handbuch Obersteiner's nur auf die Arbeit Rossolymo's Rücksicht genommen), wird man es begreiflich finden, dass wir auch diese Frage einer experimentellen Neubearbeitung unterzogen haben und zwar in etwas ausgedehnterem Maassstabe, indem wir die Durchschneidung der hinteren Wurzeln am Frosch, Kaninchen, Hund und an der Katze vornahmen, also an einem Kaltblüter und drei Warmblütern.

Wir beginnen mit der Darstellung unserer Resultate am Rückenmark des Frosches. Mehreren Fröschen (*R. esculenta*) wurden im Frühjahre 1889 einige hintere Wurzeln der Lendennerven zwischen Spinalganglion und Rückenmark durchschnitten, die Thiere nach 5—6 Wochen getödtet und das Rückenmark nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Marchi's Reagens untersucht. Ein Blick auf die Fig. 2—4 belehrt besser als eine ausführliche Beschreibung über das erlangte Resultat. An der der durchschnittenen Wurzel entsprechenden Partie des Lendenmarks (Fig. 2) sieht man eine den grössten Theil des betreffenden Hinterstranges einnehmende Degeneration. Diese nimmt höher oben im Brustmark (Fig. 3) in Form eines schmalen Dreieckes den inneren Rand des entsprechenden Hinterstranges ein und lässt sich, wie Fig. 4 lehrt,[4] nachweisen bis zur erfolgten Öffnung des Centralkanals.

Die folgenden Figuren 5—9 geben das Resultat desselben Experimentes am Rückenmark des Kaninchens wieder. Die Abbildungen bedürfen wohl keiner ausführlichen Beschreibung. Wieder sieht man die Degeneration in derselben Weise sich durch das ganze Rückenmark bis zum obersten Halsmark erstrecken, wie dies von Singer für den Hund schon beschrieben wurde.

---

[1] Archiv f. Psychiatrie, Bd. XVIII.

[2] Neurol. Centralblatt, 1887, S. 537.

[3] Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. 1881.

[4] Irrthümlicherweise ist Fig. 4 verkehrt zum Abdruck gelangt.

Dass die Wiederholung dieses Versuches am Hunde- und Katzenrückenmark denselben Erfolg hatte, bedarf nach dem Mitgetheilten kaum der Erwähnung und verzichten wir für das Katzenrückenmark auf die Mittheilung von Abbildungen. Hingegen bringen wir vom Hunde eine Reihe von Abbildungen über einen Versuch, der noch eine weitere Frage näher zu erläutern bestimmt war. Es war nämlich die Frage zu beantworten, ob die zur Med. oblongata verlaufenden Antheile der hinteren Wurzeln durch das ganze Rückenmark hindurch an einer gegebenen Stelle des Rückenmarkquerschnittes hinaufziehen oder ob für die höher eintretenden ein anderer Verlaufsmodus besteht als für die unteren.

Zu diesem Zwecke wurde an zwei jungen Hunden folgender Versuch angestellt: Wir durchschnitten nach Eröffnung des Wirbelkanales die hinteren Wurzeln von der sechsundzwanzigsten bis zur achtundzwanzigsten, hierauf in derselben Sitzung die zwanzigste bis zur zweiundzwanzigsten. Nach vier Wochen wurden die Thiere getödtet und das Rückenmark in der angegebenen Weise untersucht. Fig. 10 bis Fig. 15 gibt das Resultat dieses eleganten Experimentes wieder. In Fig. 10 sieht man das bekannte Bild der Hinterstrangdegeneration nach einseitiger Wurzeldurchschneidung, in Fig. 11, welche nach einem Schnittpräparat aus der Gegend der 20. bis 22. Wurzel angefertigt ist, sieht man die degenerirten Wurzelfasern bereits weit medialwärts getreten, während an der Innenfläche des Hinterhornes die neu hinzugetretenen degenerirten Fasern der höher oben durchtrennten Wurzeln ins Auge fallen. Höher oben in der Gegend der 18. Wurzel (Fig. 12) zeigt der betreffende Hinterstrang die beiden fast parallel verlaufenden Degenerationsstreifen noch weiter medial, aber noch durch eine Zone normaler Nervenfasern von einander getrennt, während im Brustmark (Fig. 13) die beiden Degenerationsstreifen an ihrem der grauen Substanz zugewendeten Ende miteinander zu verschmelzen beginnen und in der Halsanschwellung und im oberen Halsmark (Fig. 14 und 15) eine Trennung bereits nicht mehr besteht und nur eine kleine, annähernd in Gestalt eines Dreieckes angeordnete Zahl degenerirter Fasern übrig bleibt. Es verlaufen also beim Hunde die langen Bahnen der betreffenden Lendenwurzeln gesondert im Hinterstrang bis in das Brustmark, von da ab vermischen sie sich und laufen gemeinsam zur Med. oblongata. Dass den höher eintretenden Wurzeln weiter nach aussen gelegene Bezirke in den Hintersträngen entsprechen, hat schon Kahler auf Grund der Combination der Befunde Singer's und eigener Beobachtungen geschlossen, und die Trennung der Hinterstränge in die sogenannten Goll'schen Stränge und Burdach'schen Stränge als eine künstliche bezeichnet.[1] In der That ist es am wahrscheinlichsten, dass die inneren Partien der Hinterstränge aus langen Bahnen bestehen, während in den äusseren Partien derselben lange mit kurzen vermischt verlaufen, dass ferner in einer gewissen Höhe über dem Eintritt einer Wurzel die langen Bahnen derselben nach einwärts streben, während die kurzen, nachdem sie eine kurze Strecke durchlaufen, in die graue Substanz eintreten. Bei den höchsten Cervicalnerven müsste dann der Hinterstrang bereits zum grössten Theile aus langen Bahnen bestehen, so dass ein Einwärtsziehen der betreffenden Wurzelfasern kaum mehr denkbar erscheint, ebenso müsste angenommen werden, dass für die oberen Nervenwurzeln der Kern des Burdach'schen Stranges dieselbe Rolle spielt, wie der Kern der Goll'schen für die unteren. Ein weiteres Experiment zeigt das Zutreffende dieser Vermuthung.

Einer jungen Katze wurden die hinteren Wurzeln zweier Sacralnerven und in derselben Sitzung die hintere Wurzel des zweiten Spinalnerven zwischen Rückenmark und Ganglion durchschnitten.

Fig. 16 zeigt einen Querschnitt durch das obere Halsmark in der Höhe des Eintrittes des zweiten Halsnerven. Man sieht deutlich der Fissura med. post. anliegend die wenigen degenerirten Fasern, welche von den durchschnittenen dünnen Sacralwurzeln herstammen, an der Innenfläche des Hinterhornes eintretend die degenerirte zweite Wurzel. In der darauffolgenden Abbildung, wo bereits der Kern des zarten Stranges zu erkennen ist (Fig. 17), tritt der degenerirte Faserzug der zweiten Spinalnervenwurzel weiter nach innen, bleibt aber in den nächstfolgenden Schnitten ziemlich genau an derselben Stelle, um sich dann in den Kern des Burdach'schen Stranges allmälig einzusenken (Fig. 18 und 19). Wir glauben, dass die hier

[1] Tageblatt der Naturforscherversammlung in Eisenach.

[2] Neurol. Centralblatt, 1884, S. 217.

mitgetheilten Versuchsergebnisse und abgebildeten Präparate wohl hinreichen dürften, jeden etwa noch bestehenden Zweifel an der Richtigkeit des Satzes, dass die hinteren Wurzeln einen Theil ihrer Fasern bis zur Medulla oblongata entsenden, zu beheben, und haben nur mit einigen Worten der Arbeiten zu gedenken, in welchen das Gegentheil behauptet wird. Was die Arbeit von Bechterew und Rosenbach[1] betrifft, so ist sie bereits von Kahler und Schulze einer scharfen Kritik unterzogen worden, wir können uns daher kurz fassen. Diese Forscher, welche die Arbeit Singer's als nicht genügend erachten konnten, fanden offenbar auch die Methode Singer's nicht zweckentsprechend, und statt den Wirbelcanal ordentlich zu eröffnen und jede einzelne Wurzel isolirt zu durchschneiden, stiessen sie ein zweischneidiges Messer in den Zwischenraum zwischen Kreuzbein und letzten Lendenwirbel und „durchschnitten die Gesammtmasse der Wurzeln, welche die Cauda equina bilden", subcutan.

Aus der mikroskopischen Untersuchung des Rückenmarkes solcher Thiere erschlossen Bechterew und Rosenbach, dass die Spinalganglien auch den Ganglienzellen des Rückenmarkes als trophische Centren dienen, dass ferner die Goll'schen Stränge nur selten erkranken, und nur dann, wenn die graue Substanz primär erkrankt ist; es hätten also die Goll'schen Stränge mit den hinteren Wurzeln gar keine directen Beziehungen. Was nun vor Allem die Methode betrifft, welche übrigens, was Bechterew und Rosenbach nicht angeben, von Claude Bernard zuerst angewendet wurde, so sucht sie trotz des grossen Namens ihres Erfinders an Rohheit ihres Gleichen und ist zu einer exacten Untersuchung einfach unbrauchbar. Warum die von Singer angegebene Methode nicht benützt wurde, ist unverständlich, da sie sehr leicht ist und die Thiere beliebig lange am Leben erhalten werden können. Wenn die russischen Gelehrten behaupten, dass man die Thiere dabei nicht lange am Leben erhalten kann, so müssen wir erwiedern, dass wir bei dieser Operation bei Hund, Kaninchen und Katze in zahlreichen Experimenten niemals einen Todesfall zu beklagen hatten, dass Singer in seiner Arbeit über die Folgen der temporären Verschliessung der Aorta ein Präparat von einem Hunderückenmark abbildet, das von einem Thiere stammt, welches die Operation der Wurzeldurchschneidung ein Jahr überlebte, und dass endlich auch Kahler mit derselben Methode ähnliche Erfahrungen gemacht hat. Im Gegensatz dazu gingen die Thiere, die nach der Bernard'schen Methode operirt wurden, nach 10—30 Tagen zu Grunde und nur wenige überlebten den Eingriff 2—3 Monate.

Wenn aber Schulze in seiner Kritik der obengenannten Arbeit[2] der Ansicht ist, dass die Thiere wahrscheinlich nicht lange genug gelebt hätten, um die Entwicklung der Degeneration zu gestatten, so müssen wir Bechterew und Rosenbach selbst zugestehen, dass die Zeit von 13—14 Tagen, nach welcher von den genannten Forschern die Untersuchung vorgenommen wurde, allerdings hinreicht, um dieselbe erkennen zu lassen. Wenn Bechterew und Rosenbach dieselbe nicht fanden, dann bestehen nur zwei Möglichkeiten, entweder war die Durchschneidung der Wurzeln nicht erfolgt, was bei der Unsicherheit der Methode nicht Wunder nehmen könnte, oder es wurde die Degeneration nicht erkannt. Wir können nur wiederholen, dass die Betheilung der hinteren Wurzeln an dem Aufbau der Burdach'schen und der Goll'schen Stränge eine der am leichtesten zu constatirenden Thatsachen der experimentellen Anatomie des Rückenmarks bildet. Den Befund an den Ganglienzellen des Rückenmarkes, den Bechterew und Rosenbach gemacht haben wollen, konnten wir in unseren zahlreichen Fällen ebensowenig constatiren, als Kahler. Bezüglich der zweiten von Rossolymo herrührenden Arbeit nur wenige Worte. Rossolymo fand, dass beim Meerschweinchen nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln keine Degeneration in den Goll'schen Strängen erfolge. Wenn dieser Forscher sich damit begnügt hätte, dies als Thatsache mitzutheilen, so würden wir keine weitere Veranlassung nehmen, auf seine Ansichten näher einzugehen; wir haben selbst am Meerschweinchen keine genügende Anzahl von Versuchen angestellt und können nur als wahrscheinlich annehmen, dass das was für den Frosch, das Kaninchen, den Hund und die Katze gilt, auch für das Meerschweinchen wahr sein dürfte. Indess besteht keine Nöthigung, diesen Schluss zu ziehen, da es ja bekannt ist, dass die Pyramidenbahn, welche bekanntlich

[1] Neurol. Centralblatt, 1884, S. 265.

[2] Neurol. Centralblatt, 1887, Ref., S. 292.

bei den meisten Thieren, so auch beim Kaninchen in den Seitensträngen verläuft, bei der Ratte, der Maus und dem Meerschweinchen in den Hintersträngen gelegen ist, also weitgehende Variationen bei nahestehenden Thieren in der Anordnung der Bahnen bestehen können. Aber auf eine neuere Arbeit, in welcher Rossolymo aus einer Beobachtung am Menschen die Theilnahme der hinteren Wurzeln am Aufbaue der Goll'schen Stränge leugnen will, müssen wir hier näher eingehen. Rossolymo beobachtete folgenden Fall:[1] Bei einer Kranken, welche während des Lebens eigenthümliche Sensibilitätsstörungen zeigte, auf die einzugehen hier nicht nothwendig erscheint, fand sich in der grauen Substanz des Rückenmarkes eine gliomatöse Neubildung vor, welche in folgender Weise angeordnet erschien. Die ersten pathologischen Veränderungen finden sich in der Höhe des zehnten bis elften Dorsalwurzel, wo die Neubildung der Spitze des linken Hinterhornes einnimmt. „Die Hinterwurzeln, welche in geringer Zahl direct in die Spitze der Hinterhörner eintreten, sind links verschwunden; die Hauptmasse aber der Hinterwurzeln, welche in die Hinterhörner von deren Innenseite eintreten, sind beiderseits vollständig intact." Die weisse Substanz normal. In der Höhe der neunten Wurzel ist der Befund im Wesentlichen derselbe. In der Höhe der achten Wurzel nimmt die Neubildung das ganze linke Hinterhorn ein. Die hinteren Wurzeln sind links fast alle atrophisch, abgesehen von einer ganz kleinen Anzahl von Fasern, welche von innen hart an der Basis des Hinterhornes in die graue Substanz eindringen, ausserdem ein schmaler Degenerationsstreifen im Burdach'schen Strang am inneren Hornrande. In der Höhe der vierten bis siebenten Dorsalwurzel ist die Betheiligung des linken Hinterhornes ganz dieselbe wie früher, die linken Hinterwurzeln fast vollständig vernichtet. Die weisse Substanz zeigt dieselben Veränderungen wie vorhin. In der Höhe der ersten bis vierten Brustnerven ist an der Innenseite des linken Hinterhornes ein Wurzelfaserbündel kenntlich, ausserdem ein feiner Degenerationsstreifen, der in der Mitte des Innenrandes des linken Hinterhornes beginnt und fast parallel der Fissura posterior zur Peripherie zieht. In der Höhe der Halsanschwellung endlich greift das Gliom auf den vorderen Theil der Hinterstränge über, die hinteren Wurzelfasern sind nur am Kopfe des linken Hinterhornes in geringer Anzahl erhalten und zwar diejenigen, welche in querer Richtung ins Rückenmark eintreten. Auf die weiter nach oben sichtbaren Veränderungen brauchen wir hier nicht weiter einzugehen. Rossolymo stellt nun an den Schluss seiner Abhandlung ruhig folgenden Satz hin: „Was nun den Umstand anlangt, dass bei unserer Patientin . . . . deren linke Hinterwurzeln im ganzen Hals- und Dorsaltheile fast ganz vernichtet erschienen, nichtsdestoweniger die Goll'schen Stränge vollständig normal blieben, so bestätigt dies in vollem Masse unsere frühere Annahme, dass die Goll'schen Stränge, entgegen der Behauptung mancher Autoren, keine directe, unmittelbare Fortsetzung der Hinterwurzeln bilden."

Sehen wir zu, ob dieser so apodictisch aufgestellte Satz wirklich auf festen Füssen steht. In der That, hätten wir einen Fall vor uns, in welchem die Hinterwurzeln im ganzen Hals- und Dorsalmark zwischen Rückenmark und Spinalganglien oder wenigstens bei ihrem Durchtritt durch den Hinterstrang durchtrennt wären und die Goll'schen Stränge wären intact, wir würden uns vor der Macht der Thatsachen beugen und würden die Richtigkeit obigen Ausspruches für den Menschen, bei vollständigem Aufrechthalten unserer, in zahlreichen Experimenten festgestellten Resultate für die verschiedenen Thierclassen, zugeben. Dieses ist aber nicht der Fall. Die gliomatöse Neubildung in Rossolymo's Fall betrifft fast ausschliesslich die graue Substanz des Hinterhornes, kann also nur diejenigen Wurzelfasern durchtrennt und eventuell zur Atrophie gebracht haben, welche in die graue Substanz einstrahlen, nicht aber jene, welche in den Hinterstrang eintretend, im weiteren Verlaufe einwärtsziehend zu langen Bahnen werden und die Goll'schen Stränge, respective die inneren Theile der Burdach'schen Stränge aufbauen, es konnte also in Rossolymo's Fall gar keine bedeutende Degeneration im Hinterstrange auftreten, ja der Fall ist sogar sehr geeignet, gegen die Ansicht Bechterew's über den Ursprung der Goll'schen Stränge, der sich vielleicht auch Rossolymo anschliesst, angezogen zu werden. Bechterew lässt nach seinen neuen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen, durch die er sich um die Anatomie des Centralnervensystems unbestreitbare Verdienste erworben

[1] Archiv f. Psychiatrie, 1890, S. 897.

hat, die Goll'schen Stränge aus den zerstreuten Zellen des Hinterhornes ihren Anfang nehmen, längs des inneren Hinterhornrandes in die graue Substanz der hinteren Commissur eintreten, von der Mittellinie scharf nach hinten umbiegen und bis zur Mitte der Hinterstränge gehen. Wäre diese Ansicht über den Ursprung der Goll'schen Stränge ausschliesslich richtig, und wir werden bald Gelegenheit haben, zu zeigen, dass wir durchaus nicht gesonnen sind, sie vollständig in Abrede zu stellen, so müsste in dem Falle von Rossolymo, in welchem das Hinterhorn in so bedeutender Ausdehnung degenerirt war, auch der Goll'sche Strang in grosser Ausdehnung degenerirt gewesen sein. Es ist also unserer Ansicht nach der besprochene Fall gar nicht dazu geeignet, das zu beweisen, was Rossolymo damit beweisen wollte und zur Lösung dieser Frage gar nicht verwendbar, er ändert also an der Beweiskraft der am Menschen beobachteten Fälle von Compression der Cauda equina und der experimentellen Untersuchungen gar nichts.

Lehren unsere Experimentaluntersuchungen in Übereinstimmung mit den Anschauungen Kahler's, dass die Hinterstränge und zwar sowohl Burdach'scher, als Goll'scher Strang aus directen Fortsetzungen der hinteren Wurzeln sich aufbauen, so ist damit noch nicht gesagt, dass dieselben ausschliesslich aus hinteren Wurzeln entstehen. Die Möglichkeit, dass auch noch Fasern aus der grauen Substanz in den Aufbau derselben eintreten, war gegeben und glücklicherweise einer experimentellen Prüfung zugänglich.

Im Jahre 1884 lehrten Ehrlich und Brieger in einer interessanten Mittheilung die Verwerthbarkeit des Stenson'schen Versuches für die anatomische Erforschung des Rückenmarkes.[1] Sie zeigten, dass nach temporärer (eine Stunde dauernder) Ligatur der Aorta die graue Substanz des Lendenmarkes absterbe, so dass es möglich erscheint, die mit der Nekrose derselben zusammenhängenden secundären Degenerationen zu studiren. Ehrlich und Brieger fanden bei Thieren, welche den Eingriff längere Zeit überlebten, Degeneration der vorderen Wurzeln, normale hintere Wurzeln und Spinalganglien, Degeneration in den Vorderseitensträngen bis auf eine schmale, die äusserste Peripherie des Vorderseitenstranges einnehmende Zone. Die Hinterstränge waren bis auf eine schmale sklerotische Partie an ihrer Kuppe normal. Singer hat die Versuche von Ehrlich und Brieger im Jahre 1884 wiederholt und ihre Resultate im Wesentlichen bestätigt.[2] Indess konnte er sich von einer degenerativen Veränderung in den Hintersträngen nicht überzeugen. Andererseits fiel ihm jedoch an Thieren, welche den Eingriff längere Zeit (bis zu fünf Wochen) überlebt hatten, auf, dass bei vollständig normalen hinteren Wurzeln und Spinalganglien auch die Hinterstränge entschieden verschmälert erscheinen, ohne dass es ihm gelungen war, daselbst eine Degeneration nachzuweisen. Als wir daher die äusserst empfindliche Marchi'sche Methode kennen lernten, wurde eine nochmalige Wiederholung dieses Experimentes vorgenommen und ergab in der That bei Anwendung dieser Methode die früheren Beobachtungen ergänzende und corrigirende Resultate.[3]

An Horizontalschnitten aus dem Lendenmarke solcher Thiere (es stehen uns Schnittserien von zwei Thieren zu Gebote, welche die Operation vier Wochen überlebten) fand sich die bekannte Verschmälerung des Querschnittes der grauen Substanz, Schwund der Ganglienzellen, dichte Degeneration in den Vorderseitensträngen mit geringer Betheiligung der peripheren Partie des Hinterseitenstranges, Degeneration der vorderen Wurzeln, bei vollständig normalem Befund der hinteren und der Spinalganglien. Ausserdem fand sich nun im Lendenmarke über den Querschnitt der Hinterstränge verbreitet eine diffuse, Fasern feinen Kalibers betreffende Degeneration, welche eine nicht allzugrosse Faseranzahl betreffend, nur an den der hinteren Commissur der grauen Substanz anliegenden Partien der Hinterstränge etwas dichter wird. (Fig. 20 u. 21.) Wie insbesondere Sagittal- und Frontalabschnitte durch die betreffenden Rückenmarksabschnitte mit den austretenden Wurzeln zeigen (Fig. 23 u. 24), beschränkt sich diese Degeneration nur auf den Hinterstrang selbst und lässt die hinteren Wurzeln und Spinalganglien vollständig frei. Fig. 23 zeigt einen Sagittalschnitt durch ein solches

[1] Zeitschrift f. klin. Medic. VII.

[2] Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. 1887.

[3] Ich habe diese Experimente im Frühjahre 1889 im Laboratorium für experimentelle Pathologie vorgenommen und danke Herrn Prof. Knoll, Vorstand dieses Institutes, für seine freundliche Unterstützung und Überlassung des Versuchsmateriales auf's Beste. *Prof. Singer.*

Rückenmarksfragment. Man sieht rechts die degenerirten Vorderstränge, ihnen anliegend die vollständig degenerirten vorderen Wurzeln, hinten die im Ganzen und Grossen normalen Hinterstränge mit den spärlich eingemengten degenerirten Fasern, ihnen anliegend die vollständig normalen hinteren Wurzeln. (Der helle Fleck in der Mitte entspricht einer Stelle des Präparates, wo das Reagens nicht eingedrungen ist.) Fig. 24 ist ein Frontalschnitt, der nur die Vorderstränge und ein miteingebettetes Wurzelpaar getroffen hat, in der Mitte sind die degenerirten Vorderstränge (in der Mitte derselben die graue Substanz) sichtbar, zu beiden Seiten Spinalganglien und hintere Wurzeln, beide vollständig normal, die vorderen Wurzeln vollständig degenerirt. Wir betonen diesen Befund besonders, da Herter[1] die Folgen der temporären Verschliessung der Aorta als myelitische auffasst und ausser den beschriebenen Veränderungen der grauen Substanz und der vorderen Wurzeln nach fünf Wochen Degeneration der hinteren Wurzeln und der aus denselben in die Spinalganglien eintretenden Fasern, sowie Hämorrhagien in den letzteren gesehen haben will. Wäre dies der Fall, handelte es sich wirklich um eine einfache Myelitis, welche unterschiedslos graue und weisse Substanz ergreift, dann wäre der Versuch von Ehrlich-Brieger ein pathologisches Curiosum, für das Studium des Faserverlaufes im Rückenmark aber nicht brauchbar. Dem ist aber nicht so. Weder Ehrlich und Brieger, noch Singer, noch endlich Spronck,[2] der ebenfalls eine einschlägige Versuchsreihe publicirt hat und dessen Arbeit Herter, offenbar ohne die Singer's gelesen zu haben, „viel besser" nennt, als die des letzteren, haben myelitische Veränderungen in der weissen Substanz oder Veränderungen in den hinteren Wurzelnoder Ganglien constatiren können. Wenn Herter erklärt, es wäre ihm 30 Tage nach dem Eingriffe unmöglich gewesen, in der weissen Substanz eine Spur von secundärer Degeneration zu entdecken,[3] dann kennt er das Bild derselben eben gar nicht, und wird es wünschenswerth für ihn sein, bevor er wieder einschlägige Experimente anstellt oder gar publicirt, sich an ein paar Durchschneidungsversuchen mit demselben vertraut zu machen.

Bei der Weiteruntersuchung der beiden Rückenmarke gegen das Brustmark hinauf stellte sich nun weiter heraus, dass die Degeneration nicht, wie Ehrlich und Brieger und nach ihnen Singer und Spronck fanden, bereits am Übergang des Lendenmarkes zum Brustmark aufhört, sondern noch weiter hinauf zu verfolgen ist und zwar in folgender Weise. Am Anfange des Brustmarkes bereits erscheint der Gesammtquerschnitt der Hinterstränge frei von Degeneration bis auf den hinteren Rand der Goll'schen Stränge, in welchen eine geringe Anzahl degenerirter Nervenfasern kenntlich ist (Fig. 22) und bis zum obersten Halsmark nachweisbar bleibt. (Fig. 23.) Auf die Veränderungen in den Vorderseitensträngen kommen wir weiter unten noch zu sprechen.

Bevor wir zur näheren Analyse dieses Befundes schreiten, müssen wir noch mit wenigen Worten die Frage erörtern, wieso derselbe den früheren Beobachtern entgangen ist. Wir haben schon in unserer Chiasmaarbeit Gelegenheit genommen, darauf hinzuweisen, dass die Weigert'sche Methode sich zum Nachweise zerstreuter degenerirter Fasern wenig eignet, und zwar sowohl in ihrer ursprünglichen Gestalt, als auch in der Pal'schen Modification, und darin liegt auch der Grund, dass die erwähnten degenerativen Veränderungen übersehen wurden. Eine abermalige Durchsicht der uns vorliegenden Präparate zu der oben citirten Arbeit Singer's liess uns auch diesmal in den Hintersträngen nichts Charakteristisches erkennen. Wenn Bernheimer[4] in diesem Punkte mit uns nicht übereinstimmt, so stehen ihm vielleicht grössere Erfahrungen über den Gegenstand zu Gebote; uns hat bei wiederholter Untersuchung von Rückenmarkspräparaten mit zerstreuter Degeneration die Weigert'sche Methode keine verlässlichen Resultate geliefert, und schliessen wir uns diesbezüglich vollständig dem Ausspruch Mendel's bei Gelegenheit des Referates über die Michel'sche Chiasmaarbeit an, „dass die Weigert'sche Methode, die ja so ausgezeichnete Dienste leistet, wenn sie positive

[1] A study of experimental myelitis; The Journal of nervous and mental disease. New-York 1889, April.
[2] Arch. de phys. norm. et pathol. 1888.
[3] L. c. S. 212.
[4] Knapp's Archiv, 1888.

Ergebnisse gibt, doch eine gewisse Vorsicht erheischt, wenn die mit ihr gewonnenen Resultate negativ sind.“ [1]

Es ergaben die zuletzt mitgetheilten Versuche für den Aufbau der Hinterstränge das Resultat, dass die letzteren und zwar sowohl die Burdach'schen, wie die Goll'schen Stränge wohl zum grossen Theile, aber nicht ausschliesslich aus hinteren Wurzeln aufgebaut sind, es mischen sich vielmehr den letzteren wahrscheinlich Fasern hinzu, welche aus der grauen Substanz kommen. Den Ort, an dem dieselben aus der grauen Substanz austreten, können wir nicht bestimmen. Doch spricht die stärkere Anhäufung der degenerirten Fasern im Hinterstrange an dessen Kuppe im Lendenmark dafür, dass dies in der Gegend der hinteren Commissur stattfindet, was mit dem oben angezogenen Befunde Bechterew's in Übereinstimmung wäre.

Wir wollen, bevor wir weitergehen, noch mit einigen Worten einer interessanten Thatsache gedenken, die wir zu constatiren Gelegenheit hatten. Es ist bekannt, dass mehrere Beobachter, darunter zuletzt Singer und Bechterew die Angabe machten, dass ein Theil der hinteren Wurzelfasern, der in die graue Substanz einstrahlt, bis weit nach vorne gegen die Ganglienzellen des Vorderhornes zieht. Da Spronck in seiner oben angeführten Arbeit zum entgegengesetzten Resultate gelangt ist, so sei hier noch ein Querschnitt aus dem Sacralmarke eines Hundes mit einseitiger Durchschneidung einer hinteren Wurzel abgebildet, welcher diese Thatsache aufs Neue illustrirt (Fig. 25). Man sieht die degenerirten, intensiv geschwärzten Wurzelfasern weit nach vorne in das Vorderhorn einstrahlen. Wir bemerken, dass man diese Thatsache an allen Rückenmarksabschnitten, die der Wurzeldurchschneidung zugänglich sind, nachzuweisen im Stande ist, am sichersten und am leichtesten aber am Sacralmark, wo der Gesammtquerschnitt des Organs ein geringer ist und wo die Einstrahlung nicht so schräge, sondern mehr horizontal erfolgt.

Eine weitere Reihe von Abbildungen möge dazu dienen, die Beziehungen der Kerne des Burdach'schen Stranges zur Schleife zu illustriren. Es stehen uns zwei Schnittserien zur Verfügung, welche die Beobachtungen von Monakow, Spitzka, Edinger, Forel und P. Meyer im Wesentlichen bestätigen. Die Versuche wurden an zwei jungen Katzen vorgenommen. In tiefer Chloroformnarkose wurde die hohe Nackenmusculatur mit Messer und Pinzette bis auf die Membrana obturatoria weggepräparirt und hierauf letztere mit einer scharfen spitzen Scheere an- und nach allen Seiten eingeschnitten. Vermeidet man hiebei die grossen Blutgefässe, dann liegt der Calamus scriptorius bequem da und kann leicht experimentell in Angriff genommen werden. Die Thiere überleben den Eingriff ganz gut. Wie die anatomische Untersuchung beider von uns in dieser Weise operirten Thiere lehrte, wurde in beiden Fällen nur der untere Theil des Kernes des Burdach'schen Stranges zerstört, während die obere Partie desselben unverletzt blieb. An der Stelle der Verletzung sieht man die gewöhnliche traumatische Degeneration und zugleich sieht man ein starkes Bündel degenerirter Fasern direct in die Schleifenkreuzung eintreten und sich sofort zwischen Olive und Pyramide der gekreuzten Seite zu einem geschlossenen Faserzuge sammeln. (Fig. 26.) Andere der degenerirten Fasern sieht man im weiten Bogen gegen die Olive derselben Seite hinziehen, so dass es in den ersten Schnitten der Serie den Anschein hat, als würden sie in letzterer verbleiben. Bei genauer Durchmusterung der weiter nach oben gelegenen Schnitte sieht man hingegen, wie die degenerirten Bogenfasern über die Raphe hinüberziehend in grosser Menge in die Olivenzwischenschicht der gekreuzten Seite eintreten.[2] (Fig. 27.) Noch weiter oben ist die Kreuzung vollendet und der vordere Theil der Olivenzwischenschicht deutlich degenerirt. (Fig. 28.) Dass nicht die ganze Olivenzwischenschicht degenerirt ist, hat wohl seinen Grund in der unvollständigen Zerstörung des Burdach'schen Kernes und wohl auch in dem Intactbleiben des Goll'schen Kernes. Die Verfolgung derselben Schnittserie nach oben zeigt die Fortsetzung der degenerirten Olivenzwischenschicht in die ebenfalls degenerirte Schleife, und lassen sich die letzten Reste der Degeneration bis in den Thalamus opticus verfolgen. (Fig. 29—34). Letztere Beobachtung ist in Übereinstimmung mit einem Versuche von Monakow, welcher die Schleife durch Abtragung

[1] Neurol. Centralblatt, 1888, S. 96.

[2] Fig. 26, 33 und 34 von einem Thiere mit rechtsseitigen, die übrigen Abbildungen von einem Thiere mit linksseitigen Läsionen.

des Parietalhirnes am neugebornen Thiere zur Atrophie brachte, wie er vermuthet, unter Vermittlung einer Atrophie der Kerne des Thalamus opticus.[1] Fassen wir in Kürze zusammen, was wir über den Verlauf der hinteren Wurzelfasern ermitteln konnten, so ergibt sich Folgendes: Jede hintere Wurzel zerfällt bei ihrem Eintritt ins Rückenmark in drei Abschnitte. Ein Theil strahlt in die graue Substanz des Hinterhornes ein und zwar einerseits direct in dessen Spitze, anderseits in dessen Innenfläche nach Durchtritt durch den gleichnamigen Hinterstrang; die Einstrahlung erfolgt zum Theil weit nach vorn in die graue Substanz des Vorderhornes. Ein zweiter Theil der Wurzelfasern steigt in den Hintersträngen aufwärts und tritt während seines Verlaufes nach oben immer mehr nach innen, dabei an Faserzahl erheblich abnehmend, so dass anzunehmen ist, dass auf diesem Wege nach oben sich noch Fasern in die graue Substanz einsenken, ein kleiner Rest dieser Fasern als dritter Theil endlich erreicht die Medulla oblongata und senkt sich von den unteren Spinalnerven her in den Kern der zarten, von den oberen her in den Kern der Burdach'schen Stränge ein. Wo die Grenze beginnt, an welcher die langen Hinterstrangsbahnen vom Kern des Goll'schen zu dem der Burdach'schen abbiegen, müsste erst durch besondere Experimente festgestellt werden. Wir erwähnen indess, dass solche Versuche am oberen Brustmark und unteren Halsmark der Säugethiere kaum durchführbar erscheinen wegen der stark entwickelten Dornfortsätze und der starken Muskelarterien daselbst, wenigstens misslangen solche schon im Jahre 1882 unternommene Versuche Singer's vollständig. Die Versuche mit anämischer Nekrose der grauen Substanz machen es fernerhin sehr wahrscheinlich, dass sich den Hintersträngen noch aus der grauen Substanz Fasern beimischen, welche vielleicht in der Gegend der hinteren Commissur der grauen Substanz in dieselben eintreten und ebenfalls in kurze Fasern, d. i. solche, die nach kurzem Verlauf wahrscheinlich in die graue Substanz wieder zurückkehren und in lange, d. i. solche, welche zur Medulla oblongata aufsteigen, zerfallen. Nach einer Unterbrechung durch graue Substanz in den Kernen der zarten und Burdach'schen Stränge erfolgt der Übertritt der langen Hinterstrangsbahnen in die Schleifenbahn der gekreuzten Seite.

III. Über den Aufbau des Vorderseitenstranges.

Wenn wir zu den Resultaten übergehen, welche wir bezüglich des Aufbaues der Vorderseitenstränge erhielten, so ist es am zweckmässigsten, mit der Feststellung der langen Bahnen zu beginnen. Wir theilen daher vor Allem die Ergebnisse der von uns vorgenommenen Gehirnexstirpationen mit. Wir hatten bei der Wiederaufnahme dieser ja in jüngster Zeit hinreichend wiederholten Versuche insbesondere diejenigen Arbeiten im Auge, welche sich mit der Frage der doppelseitigen Degeneration der Pyramidenseitenstränge nach einseitiger Exstirpation der motorischen Zonen beschäftigten, sowie eine Arbeit über absteigende Degeneration im Rückenmark nach Grosshirnverletzungen von Marchi und Algeri,[2] welche zu sehr merkwürdigen Schlussfolgerungen gelangt sind, und deren Nachprüfung wir für wünschenswerth erachteten.

Was den ersten Theil der Frage betrifft, so haben in den letzten Jahren eine Anzahl guter Beobachter am Menschen (Pitres) und Thiere (Langley, Sherrington, Löwenthal) doppelseitige Degeneration im Seitenstrang nach einseitiger Grosshirnläsion in einer Anzahl von Fällen beobachtet, ohne dass man bis jetzt über die Erklärung dieses merkwürdigen Befundes einig wäre.[3]

Wenn Pitres sich der Ansicht zuneigt, dass es sich in diesen Fällen um einen Zusammenhang der einen Grosshirnhemisphäre mit beiden Rückenmarkshälften handelt, eine Ansicht, die durch die seit Flechsig bekannte Variabilität der Pyramidenvorderstrangbahnen nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist und jedenfalls die einfachste Art der Erklärung darbietet, so sprechen wiederum die experimentellen Befunde insbesondere Sherrington's gegen diese Auffassung. Der letztgenannte Forscher fand nämlich, dass die gleichseitige Degeneration bei zwölf Hunden, welche 3—13 Monate nach der Gehirnverletzung zur Untersuchung kamen, weit

[1] Neurol. Centralblatt, 1885, S. 34.

[2] Rivista sperimentale di freniatria e di med. legale. 1887, p. 208.

[3] Siehe über diesen Gegenstand die vortreffliche Zusammenstellung von Langley in Brain, 1886, S. 98.

weniger entwickelt erschien als die gekreuzte, während sie bei zwei Hunden 7 und 14 Tage nach der Operation nur im gekreuzten Seitenstrange vorhanden war. Er schliesst daraus, dass die gleichseitige Degeneration einige Wochen später auftritt als die gekreuzte. Ferner fand Sherrington, dass das Areal der gleichseitigen Degeneration statt beim Herabsteigen in das Brust- und Lendenmark abzunehmen, in dem oberen Lenden- und unteren Brustmark grösser ist als im mittleren Brustmarke, ferner grösser zwischen drittem und siebentem als zwischen erstem und drittem Halsnerven, Thatsachen, die mit der Annahme eines einfachen Zusammenhanges der einen Pyramide mit beiden Seitensträngen sich nicht recht vereinigen lassen. Es hat daher Langley eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens aufgestellt, welche annimmt, dass die Degeneration im gleichseitigen Pyramidenseitenstrange durch Vermittlung der grauen Substanz erfolgt. Es würde also zuerst der gekreuzte Pyramidenseitenstrang degeneriren, nach längerer Zeit die graue Substanz, die mit demselben zusammenhängt und hierauf erst als „tertiäre" oder „rückgekreuzte" („recrossed") Degeneration ein Theil des gleichseitigen Seitenstranges. Es war vor Allem der Wunsch, diese Thatsache kennen zu lernen, der uns veranlasste, an fünf Hunden Exstirpationen der motorischen Zone vorzunehmen und das Rückenmark nach der Marchi'schen Methode zu untersuchen. Die Thiere überlebten die Operation von drei Wochen bis zu fünf Monaten. Wir können uns bezüglich des Befundes am Rückenmarke kurz fassen. In der Pyramidenkreuzung selbst konnten wir wiederholt constatiren, dass einige wenige Fasern fast regelmässig in den Seitenstrang der gleichnamigen Seite eintreten, während die Gesammtmenge derselben in den gekreuzten Seitenstrang übergeht und daselbst im oberen Halsmarke eine rundliche, an der Aussenseite des Hinterhornes gelegene Zone zerstreuter degenerirter Fasern darstellt (Fig. 34—36), welche sich unter rascher Faserabnahme bis an den Anfang des Brustmarkes verfolgen lässt, weiter abwärts aber mit Sicherheit nicht nachweisbar ist. Degenerirte Fasern im gleichnamigen Seitenstrange lassen sich mit Sicherheit nur kurz nach vollendeter Pyramidenkreuzung constatiren, bereits in der Halsanschwellung ist keine Spur mehr von denselben nachweisbar. Diese Befunde sind bei allen von uns untersuchten Thieren dieselben, die „tertiäre" Degeneration im gleichnamigen Seitenstrange waren wir in keinem unserer Fälle in der Lage zu constatiren. Wir brauchen wohl nicht ausdrücklich hervorzuheben, dass diese negativen Befunde an den positiven Befunden obgenannter Forscher nichts ändern, jedenfalls zeigen sie aber, dass die „tertiäre" Degeneration kein constanter, regelmässig zu erzielender Befund ist, sowie dass die ganze Frage erneuerter Untersuchungen noch bedarf.

Was die Arbeit von Marchi und Algeri betrifft, so sind ihre Resultate folgende:

1. Nach Abtragung der motorischen Zone betrifft die Degeneration beide Pyramidenstränge mit vorwiegender Betheiligung des gekreuzten und einiger weniger Fasern im gekreuzten Burdach'schen Stranges.

2. Bei Abtragung einer etwa 1·8 *cm* nach hinten von der motorischen Zone gelegenen Partie fand sich partielle Degeneration des gekreuzten Pyramidenstranges, daneben ausgesprochene Degeneration *(d. marcatissima)* im Burdach'schen Strange, sowie einige zerstreute degenerirte Fasern im ganzen Rückenmarksquerschnitte.

3. Bei Thieren, wo die Exstirpation den Hinterhauptslappen betraf, fehlt die Degeneration fast vollständig im Vorderseitenstrange, ist aber „sehr dicht *(spiccatissima)* im Burdach'schen und betrifft einige wenige Fasern im Goll'schen Strange."

Diese merkwürdigen Resultate, welche insbesondere was das Auftreten absteigender Degeneration im gekreuzten Burdach'schen Strange betrifft, durchaus neue, bisher nie beobachtete Thatsachen darstellen, regten umsomehr zu einer Nachuntersuchung an, als Singer bereits im Jahre 1882 in einigen Fällen von Occipitallappenexstirpationen am Hunde mit negativem Erfolge auf secundäre Degeneration untersuchte und als die Versuche Marchi's und Algeri's mit einer Methode angestellt wurden, welche uns selbst in einer Reihe zahlreicher Experimente vorzügliche Resultate ergeben hat. Wir müssen nun leider gleich erwähnen, dass unsere diesbezüglichen Resultate durchaus negativer Natur waren. In fünf Fällen, wo wir am Hunde Exstirpationen im Gebiete des Hirnhauptslappens vorgenommen haben, waren wir nicht im Stande nach drei-

bis vierwöchentlicher Lebensdauer der Thiere irgend etwas Abnormes am Rückenmarke wahrzunehmen und stehen wir dieser Differenz unserer Versuchsresultate mit denen der beiden italienischen Forscher ganz verständnisslos gegenüber.[1] Herr Dr. Marchi war so freundlich, über unser Ersuchen uns ein Präparat zu senden, welches die Etiquette „Degeneration der Burdach'schen Stränge nach experimenteller Läsion der Parietooccipitallappen beim Hunde" trägt und welches eine deutliche secundäre Degeneration in beiden Burdach'schen Strängen mit geringer Betheiligung der Goll'schen Stränge zeigt. Wir erlauben uns dasselbe abzubilden (Fig. 37) und erklären noch einmal, dass wir die Differenz unserer Resultate nicht erklären können. Einen Befund, der an den obigen erinnert, haben wir nur einmal gesehen, und wollen ihn hier mittheilen, weil wir bei dieser Gelegenheit auf eine Quelle von Versuchsfehlern aufmerksam machen wollen, die bei Arbeiten über secundäre Degeneration zu beobachten ist. Bei einem Hunde, welchem eine tiefe Exstirpation in der Gegend der motorischen Zone beigebracht worden war, fand sich bei der Herausnahme und Härtung des Rückenmarkes folgender Befund. Bei der makroskopischen Betrachtung des letzteren auf dem Querschnitte fand sich ausser der bekannten gelblichen Verfärbung der gekreuzten Pyramidenseitenstrangbahn eine ganz unzweifelhafte im mittleren Halsmarke beginnende beide Burdach'sche Stränge ergreifende aufsteigende Degeneration. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Rückenmarkes ergab sich folgende Ursache dieses höchst auffallenden Befundes. Ausser der wie gewöhnlich localisirten Degeneration im gekreuzten Pyramidenstrange fanden sich im ganzen Rückenmarke, am zahlreichsten im Halsmarke, aber noch im Lendenmarke nachweisbar zahllose, über die weisse und graue Substanz verbreitete sklerotische Herde (Fig. 38 und 39), welche aus einem feinfaserigen Bindegewebe bestanden und in deren Mitte sich regelmässig ein oder mehrere mächtig dilatirte Blutgefässe erkennen liessen. Gegen das Ende des Halsmarkes nun sass ein grösserer solcher sklerotischer Herd in den Hintersträngen, welcher an der Stelle seiner grössten Ausdehnung einen grossen Theil derselben einnahm, die Goll'schen Stränge aber vollkommen frei liess, ihnen also gleichsam rittlings aufsass. Die Folge dieses Herdes nun war eine aufsteigende Degeneration in den Burdach'schen Strängen mit Ausschluss der Goll'schen, welche mit der in dem obigen Präparate abgebildeten eine auffallende Ähnlichkeit darbietet. Würden die italienischen Forscher nicht von einer Degeneration im gekreuzten Burdach'schen Strange nach einseitiger Hirnläsion sprechen, so wären wir sehr geneigt, ihren Befund auf eine ähnliche Fehlerquelle zurückzuführen, so müssen wir uns nur darauf beschränken, unsere in dieser Hinsicht vollständig negativen Befunde nochmals zu betonen.

Die Thatsache, dass die Degeneration in den Pyramidensträngen des Rückenmarkes eine ausgedehntere ist nach einer Rückenmarksverletzung als nach einer Grosshirnläsion, ist zuerst von Bouchard[2] am Menschen dann von Löwenthal am Hunde festgestellt worden[3] und unser nächstes Experiment sollte diese Frage näher beleuchten. Einem jungen Hunde wurde in tiefer Narkose der obere Theil der Halswirbelsäule geöffnet und ein feines spitzes Messer an der Aussenseite des linken Hinterstranges senkrecht eingestossen und nach aussen geführt, so dass im Wesentlichen der linke Vorderseitenstrang durchschnitten wurde. Gleich unter dem Schnitt (Fig. 46) findet sich im linken Seitenstrange ein, zu einem länglichovalen, ziemlich compacten Faserzuge angeordnetes degenerirtes Faserbündel, welches ventralwärts der vollständig normalen Kleinhirnseitenstrangbahn anliegt, nach vorn von demselben im Vorderseitenstrange finden sich zahlreiche diffuse degenerirte Fasern, welche die äussere Peripherie des Seitenstranges nicht erreichen und die Peripherie des Rückenmarkes etwa an der Grenze vom Vorderstrang und Seitenstrang berühren. In der Halsanschwellung bilden die degenerirten Fasern des Hinterseitenstranges noch immer ein ziemlich dichtes länglichovales Faserbündel, das nach vorn hin etwas diffus wird, von der übrigen degenerirten Fasermasse ist nur eine schmale Zone zerstreuter Fasern sichtbar, welche die Peripherie des Vorderstranges am *Sulcus anterior* und nach aussen von demselben in

[1] Bei einem Kaninchen, welchem das ganze Occipitalhirn und der gleichseitige vordere Vierhügel entfernt wurden, zeigte vier Wochen nach der Operation das Rückenmark ebenfalls keine Spur einer secundären Veränderung.

[2] Archive gén. de méd. 1836.

[3] Des dég. second. de la moelle ép. etc. (Diss.), citirt bei Langley l. c.

der in Fig. 41 ersichtlichen Weise einnimmt. Im Brustmarke ist das degenerirte Seitenstrangbündel nicht mehr so compact, aber noch immer in grosser Ausdehnung kenntlich, die degenerirten Fasern im Vorderstrange sind mehr nach aussen getreten (Fig. 42 *a*) und lassen den *Sulcus anterior* ganz frei. In der Lendenanschwellung endlich sind von dem Seitenstrangbündel nur wenige Fasern noch nachweisbar, welche der äussersten Peripherie des Seitenstranges anliegen, im Vorderstrange sind noch vereinzelte degenerirte Fasern in dessen vorderem Winkel sichtbar. Weiter abwärts ist die Degeneration nicht mehr kenntlich. Der Unterschied zwischen diesem und dem Befunde nach Grosshirnverletzung ist in die Augen fallend. Abgesehen von den nach vorn ziehenden degenerirten Fasern, auf die wir noch zurückzukommen haben werden, ist gleich die Conformation der degenerirten Seitenstrangbündels eine andere als nach Zerstörung der motorischen Zone. (Vergl. Fig. 36.) Dasselbe ist zu einem länglichovalen, mit dem längsten Durchmesser schräg von innen nach aussen liegenden Strange angeordnet und ist bedeutend compacter als das mehr rundliche und diffuse Bündel im letzteren Falle. Während dasselbe ferner bis in das Brustmark ziemlich compact bleibt und noch im Lendenmark eine Anzahl Fasern desselben nachweisbar ist, ist das erstere bereits am Ende des Halsmarkes bis auf wenige Fasern geschwunden und am Ende des Brustmarkes ist keine Spur mehr davon zu erkennen. Auf zweierlei Weise lässt sich diese Differenz erklären. Entweder sind die Fasern, um die es sich hier handelt, lange intersegmentale Fasern, die den Pyramidenfasern beigemengt sind, oder es trifft die Verletzung im Rückenmarke die Pyramidenfasern als geschlossenen Tract, während vielleicht die Gehirnverletzung nicht alle treffen würde. Wir sind geneigt, die erste Erklärung für die richtige zu halten, und zwar auf Grund einer unserer Beobachtungen, in welcher einem Hunde fast die Gesammtoberfläche der Grosshirnrinde zerstört wurde und die Pyramidenseitenstrangdegeneration dennoch nur die gewöhnliche Ausdehnung einnahm. Es ist gewiss nicht erlaubt, direct die Versuchsergebnisse vom Thiere auf den Menschen zu übertragen, aber es wäre im Anschluss an die Beobachtungen von Bouchard, Löwenthal, denen sich noch eine von Sherrington[1] und die unsere anschliesst, die Frage zu erwägen, ob nicht auch die Pyramidenseitenstrangbahn des Menschen aus solchen „Gehirn- und Rückenmarkfasern" gemischt ist, eine Vermuthung, die schon Sherrington geäussert hat.

Wenn wir am Schlusse unserer Mittheilung noch auf die Veränderungen des Rückenmarkquerschnittes nach Durschneidungen desselben zu sprechen kommen, so können wir uns, was die Beschreibung des Thatsächlichen selbst betrifft, noch kürzer fassen als früher. Gleich über der Durchschneidungsstelle an der Grenze von Brust- und Lendenmark sind die Hinterstränge in ihrer Gänze degenerirt. Im hinteren Theile ist die Kleinhirnseitenstrangbahn degenerirt, an welche sich nach vorn eine die äusserste Peripherie des Rückenmarkes einnehmende Zone zerstreuter degenerirter Fasern anschliesst (Fig. 43). Dann folgt nach innen eine von Degeneration ziemlich freie Zone, an welche eine die graue Substanz umgebende Zone dichter Degeneration folgt. Weiter nach oben nimmt die Degeneration in den Hintersträngen rasch ab und nimmt die Form des bekannten Dreieckes an, die Degeneration in den Seitensträngen beschränkt sich schnell auf das ebenfalls hinlänglich bekannte Bild der Kleinhirnseitenstrangbahn, an das sich aber nach vorn hin eine Zone zerstreuter degenerirter Fasern anschliesst, welche die äussere Peripherie des Seitenstranges einnehmen und sich bis an das vordere Ende des Vorderstranges erstrecken (Fig. 44). Weiter nach aufwärts lässt sich die Degeneration der Hinterstränge in bekannter Weise bis in die Kerne der zarten Stränge, die des Seitenstranges bis in das Corpus restiforme verfolgen, wobei sich eine geringe Abnahme beider Faserzüge erkennen lässt. Unterhalb der Schnittstelle findet sich zuerst eine ganz diffuse, den Vorderseitenstrang betreffende Degeneration, welche aber die Gegend der Kleinhirnseitenstrangbahn frei lässt (Fig. 45).[2] Weiter nach unten nimmt die diffuse Degeneration rasch ab und lässt schon in der Lendenanschwellung den Gesammtquerschnitt der weissen Substanz frei bis auf die äusserste Peripherie des Vorderseitenstranges, in welchem sie eine schmale Zone zerstreuter degenerirter Fasern darstellt, welche sich längs der ganzen Peripherie des Vorder- und des

[1] Citirt bei Langley l. c.

[2] Die schmale Degenerationszone in den Hintersträngen rührt von der zufälligen Durchschneidung eines hinteren Wurzelpaares her.

Seitenstranges erkennen lässt (Fig. 46). Diese schmale Randzone degenerirter Fasern lässt sich bis in das unterste Sacralmark hinab nachweisen, es verschwinden aber weiter unten die nach hinten gelegenen Fasern so dass nur die im Vorderstrang gelegenen übrig bleiben. Die absteigende Degeneration bei halbseitiger Durchschneidung des Cervicalmarkes haben wir schon oben geschildert, die aufsteigende zeigt dieselbe Ausdehnung der degenerirten Kleinhirnseitenstrangbahn, die Zone der diffusen degenerirten Fasern ist nach innen zu ausgedehnter, nach vorne hat sie dieselbe Ausdehnung (Fig. 47). Von Interesse für die Auffassung des Aufbaues des Vorderseitenstranges sind die Degenerationen des letzteren nach der temporären Aortenverschliessung. In der Lendenanschwellung findet sich eine dichte die graue Substanz umgebende Degenerationszone, diese nimmt nach der Peripherie zu an Dichte ab, lässt aber nur eine kleine, an den äusseren Partien des Hinterhornes gelegene Stelle des Seitenstranges ganz frei (Fig. 21). Im Anfange des Rückenmarkes ist die diffuse Degeneration im Vorderseitenstrange geschwunden, an der Peripherie des Vorderseitenstranges findet sich aber eine Zone diffuser Degeneration die etwa in der Höhe der hinteren Commissur beginnt und sich nach vorne bis in den Vorderstrang erstreckt (Fig. 22). Unter merklicher Abnahme der Fasermenge lässt sich diese Zone degenerirter Fasern bis zum obersten Halsmark verfolgen, ist aber am Beginne der Medulla oblongata nicht mehr nachweisbar (Fig. 23 und 23*a*). Ein Blick auf die mitgetheilten Abbildungen lehrt sofort, dass diese Degenerationszone die Gegend der Kleinhirnseitenstrangbahn vollständig frei lässt (Fig. 23). Der letztere Umstand scheint für die Auffassung des Befundes von Wichtigkeit zu sein. Es hat schon Langley[1] die Vermuthung ausgesprochen, dass die bei experimentellen Degenerationen ventralwärts von den Kleinhirnseitenstrangbahnfasern degenerirenden zerstreuten Fasern nicht der letzteren Bahn angehören und Sherrington[2] vermuthete, sie möchten identisch mit dem neuerlich von Gowers zuerst beim Menschen beschriebenen Tractus anterolateralis sein. Über den letzteren Punkt uns zu äussern ist uns nicht möglich, unsere Experimente sprechen aber in der That dafür, dass diese Fasern nicht mit der Kleinhirnseitenstrangbahn zusammenhängen, da sie durch „Ausschaltung des Lendenmarkgrau" zur Degeneration gebracht werden können, ohne Betheiligung der in dieser Höhe des Rückenmarkes offenbar noch nicht vollständig formirten Kleinhirnseitenstrangbahn. Sie würden zur letzteren etwa in derselben anatomischen Beziehung stehen, wie die oben erwähnten intersegmentalen Fasern zur Pyramidenseitenstrangbahn. Der Faseraufbau in den Vorderseitensträngen würde sich bei unseren Versuchsthieren demnach folgendermassen gestalten: Es verlaufen in den Seitensträngen zwei lange Bahnen, die Kleinhirnseitenstrangbahn und die Pyramidenseitenstrangbahn. (Dass letztere bei der Maus und beim Meerschweinchen in den Hintersträngen verläuft, wurde schon erwähnt.) Die Kleinhirnseitenstrangbahn erscheint erst etwa von dem oberen Ende des Lendenmarkes vollständig formirt, die sich an dieselbe ventralwärts anschliessenden, in der Peripherie des Rückenmarkes aufsteigend degenerirenden Fasern verlassen schon in den unteren Partien des Lendenmarkes die graue Substanz und bilden wahrscheinlich Verbindungen derselben in verschiedener Höhe des Rückenmarkes. Weiter nach innen verlaufen ebenfalls aufsteigend degenerirende Fasern, welche aber nur relativ kurze Segmente miteinander verbinden. Diese letzteren Fasern sind wie der in Fig. 42 abgebildete Versuch lehrt, wahrscheinlich in allen Höhen des Rückenmarkes vorhanden. So wie die langen Bahnen der hinteren Wurzeln von den neueintretenden Wurzeln immer mehr und mehr nach innen gedrängt werden, so dass die längsten der Fissura med. post. anliegen, so müssen in den Seitensträngen die längsten Fasern, die äusserste Peripherie des Rückenmarkes einnehmen, um den successive die graue Substanz verlassenden Platz zu machen. Die Pyramidenseitenstrangbahn verläuft bei unserem Versuchsthiere (Hund) genau an derselben Stelle wie beim Menschen, lässt sich aber nur bis in das Brustmark herab verfolgen. Gemengt ist sie jedoch mit längeren intersegmentalen Bahnen, welche wir von Halsmark bis in das Lendenmark herab verfolgen konnten. Ausser den letzteren degeneriren noch absteigend nach Rückenmarksdurchschneidung eine Anzahl von Fasern im Vorderseitenstrange, welche wahrscheinlich ebenfalls die graue Substanz verschiedener Rückenmarkshöhen miteinander verbinden und von denen

[1] L. c.

[2] Brain, 1886, S. 342.

wir die längsten vom Halsmark bis in das Lendenmark hinab verfolgen konnten. Wiederum müssen aus schon erwähnten Gründen diese längsten intersegmentalen Fasern die äusserste Peripherie des Vorderseitenstranges einnehmen. Eine Pyramidenvorderstrangbahn besteht beim Hunde nicht, indess wäre an die Möglichkeit zu denken, dass die erwähnten intersegmentalen Vorderstrangfasern zur Pyramidenvorderstrangbahn dasselbe Verhältniss hätten, wie die intersegmentalen Seitenstrangfasern zur Seitenstrangbahn. An Präparaten einer frischen Rückenmarkscompression vom Menschen, welche von einem von Herrn Prof. Kahler hier beobachteten Falle herstammt und die uns derselbe freundlichst überlassen hat, finden wir nämlich absteigend ausser der bekannten Degeneration der Pyramidenseitenstrangbahnen die schmale zerstreute Degenerationszone in den Vordersträngen wie beim Hunde wieder (Fig. 41).

Am Schlusse unserer Mittheilung können wir nicht umhin, nochmals darauf hinzuweisen, dass uns das Missverhältniss der aufgewendeten Arbeit zu den erlangten Resultaten sehr wohl bewusst ist, umsomehr als eine ganze Reihe von verschiedenen zu verschiedenen Zwecken unternommenen Experimenten theils misslangen, theils als nicht genügend bei Seite gelassen werden mussten. Man wird uns aber bei vorurtheilsfreier Prüfung das Zeugniss nicht versagen können, dass wir nur sorgfältig Geprüftes zur Grundlage unserer Mittheilungen machten, und sind wir der Überzeugung, dass, sollten auch die theoretischen Deductionen, die wir aus unseren Beobachtungen ableiteten, hie und da einer Correctur bedürfen, die beobachteten Thatsachen von jedem Experimentator leicht werden bestätigt werden können. Nur gegen eine vornehme Nichtachtung von mühevoll und exact untersuchten Thatsachen müssen wir von vornherein Einsprache erheben. Es ist uns neuerdings eine zusammenfassende Arbeit über die Anatomie des Centralnervensystems von Bechterew[1] bekannt geworden, worin dieser fruchtbare Forscher abermals die Frage des Verlaufes der hinteren Wurzeln behandelt. Wir finden daselbst folgenden Satz: „Diese Ansicht (nämlich dass ein Theil der hinteren Wurzeln bis zur Med. oblongata — nicht ins „Kleinhirn" wie Bechterew schreibt — aufsteigt) ist widerlegt *(contredite)* durch die Thatsache, dass die Fasern der Hinterstränge mit Ausnahme derer der Wurzelzone des Burdach'schen Stranges sich viel später mit Mark umhüllen als die Fasern des inneren Bündels der hinteren Wurzeln." Wie diese Thatsache, an deren Richtigkeit wir nicht zweifeln, die unumstösslichen Thatsachen der Experimentalpathologie, die von uns und Anderen beobachtet wurden „widerlegen", soll, ist uns nicht verständlich und lassen wir uns auf eine Discussion dieses sonderbaren Schlusses nicht weiter ein. Wenn aber Bechterew, der in seinem Artikel auch über die Untersuchungsmethoden der Gehirnforschung berichtet, die Beweiskraft dieser Thatsachen dadurch zu schmälern sucht, dass er behauptet, die secundäre Degeneration bleibe nicht immer bei der grauen Substanz stehen, sondern erstrecke sich oft über dieselbe hinaus, so verräth er eine ungenügende Kenntniss der Grundthatsachen dieser Methode. Würde die Degeneration in der That sich so leicht über die graue Substanz hinaus erstrecken, dann wäre die Verfolgung der sensiblen Bahnen sehr einfach. Nach Durchschneidung dieser oder jener hinteren Wurzel würde es dann leicht gelingen, ihre Fortsetzung bis zum Gehirn zu verfolgen. Leider ist dies nicht der Fall. Die Beispiele, die Bechterew anführt, Atrophie des rothen Kernes nach Atrophie des vorderen Bindearmes, Atrophie der Vorderhornzellen und vorderen Wurzeln(?) nach Verletzung der motorischen Zone, betreffen entweder Versuche am neugeborenen Thiere oder Fälle am Menschen, welche lange Zeit nach der Verletzung zur Beobachtung gelangten. Niemals erstreckt sich in einem Zeitraume von einigen Wochen nach der gesetzten Verletzung beim erwachsenen Thiere eine Degeneration über das nächste graue Centrum.

[1] Archives slaves de biologie, 1887, S. 293.

Anhang.

Anhangsweise möchten wir noch über einige Experimente in einem anderen Gebiete des Centralnervensystems berichten, da sie uns Gelegenheit geben, über einige Grundthatsachen der Lehre von der secundären Degeneration einige Bemerkungen zu machen, und da wir, aus äusseren Gründen genöthigt, unsere gemeinschaftlichen Arbeiten abzuschliessen, eine umfängliche Ausarbeitung dieser Versuche nicht mehr vornehmen können, die Mittheilung derselben aber nicht für ganz interesselos halten. Wir haben in unserer Chiasmaarbeit darauf aufmerksam gemacht, dass der Tractus opticus der Taube aus zwei Theilen besteht, von denen der eine mächtigere in den Zweihügel sich einsenkt, der zweite dünnere Antheil sich in ein kleines an der medianen Fläche des Zweihügels befindliches Ganglion verliert. Perlia in Frankfurt hat kurz nach unserer Mittheilung eine ähnliche Beobachtung vom Huhne mitgetheilt, ohne indess in seiner ausführlichen Mittheilung unseres Befundes zu erwähnen. [1]

Mit Rücksicht auf die bekannten Mittheilungen v. Gudden's über die Pupillarfasern des Nervus und Tractus opticus, sowie die anatomischen Untersuchungen Darkschewitsch's war der Gedanke der Prüfung werth, ob dieser dünne Theil des Tractus opticus nicht etwa die Pupillarfasern enthalte. Wir gingen nun daran, diese Vermuthung experimentell zu prüfen. Wenn man einer Taube die eine Augenhöhle vollständig ausräumt, so sieht man, wie zuerst v. Gudden zeigte, durch die dünne Knochenlamelle, welche die hintere Wand derselben bildet, den Tractus opticus derselben Seite, der also mit dem übriggebliebenen Auge in Verbindung steht, durchschimmern und kann mit einem spitzen Messer denselben zu durchschneiden versuchen. Gelang es, den Haupttractus zu durchtrennen bei Schonung des dünnen, so war eine Prüfung obiger Frage möglich. Wir haben dieses Experiment zu wiederholtenmalen vorgenommen, ohne indess zu positiven Resultaten zu gelangen. In allen diesen Fällen liessen sich an dem übriggebliebenen Auge Reste von Lichtempfindung und normale Pupillarreaction nachweisen. Bei der genauen mikroskopischen Untersuchung der betreffenden Chiasmen zeigt sich nun, dass ein mehr weniger grosses Bündel der Fasern des Haupttractus undurchschnitten geblieben war, die Versuche also unbrauchbar waren. Wir wollen gleich hervorheben, dass sich in allen diesen Fällen secundäre Degeneration des Tractus nur gegen den Zweihügel aufsteigend, niemals gegen die Retina absteigend nachweisen liess. Wir versuchten nun, die uns interessirende Frage auf andere Weise zu lösen. Trägt man nämlich die spongiöse Knochensubstanz über dem äusseren Gehörgang nach vorn von demselben mit der Knochenzange ab, so kann man den Zweihügel in grosser Ausdehnung freilegen und operativ in Angriff nehmen. Bei aus dem Ei geschlüpften Täubchen ist die Spongiosa noch nicht entwickelt, und genügen ein paar Scherenschnitte, um dasselbe Resultat zu erzielen. Auch diese Experimente führten an erwachsenen Thieren zu keinem Resultat; wohl schien in einigen Fällen das Thier auf dem der operirten Seite entgegengesetzten Auge blind zu sein, die Pupillarreaction war aber ganz normal und es ergab sich, dass jedesmal ein Rest des Corpus bigeminum stehen geblieben war. Wir schritten nun an die Ausführung derselben Versuche an dem eben dem Ei entschlüpften Täubchen. Von Gudden macht nämlich bei Gelegenheit seiner ersten Mittheilungen darauf aufmerksam, wie ausserordentlich empfindlich die Theile des Centralnervensystems neugeborener Thiere gegen ganz oberflächliche Verletzungen seien. Ein zufälliges, ganz oberfläch-

[1] Archiv f. Ophthalmologie, 1889.

liches Streifen über den Vierhügel eines neugeborenen Thieres sollte genügen, denselben zur Atrophie zu bringen.

Wir hofften nun auf diese Weise zum Ziele zu gelangen. Dies war aber durchaus nicht der Fall und beruht diese Angabe des ausgezeichneten Forschers entschieden auf einem Irrthum. Schon einige Experimente, die wir auch an neugeborenen Kaninchen vornahmen, zeigten uns das Unrichtige dieser Angabe. Wenn man nämlich blos einen Theil des Vierhügels abträgt, so entwickelt sich der andere Theil vollständig normal.

Dieselbe Erfahrung machten wir nun an den jungen Täubchen. Es gelang uns auch hier niemals, den Zweihügel ganz zu entfernen, gewöhnlich blieb von dem unteren Theile des Organes ein kleiner Rest, meist weniger als ein Drittel desselben, unverletzt. Dieser Theil des Organes entwickelte sich nun auch vollständig normal und dementsprechend auch der hinzugehörige Theil des Tractus opticus, während der andere Theil desselben natürlich spurlos verschwunden war. Auch diese Thiere zeigten Spuren von Lichtempfindung und normale Pupillarreaction. Endlich gelang es uns auf einem anderen Wege zum Ziele zu gelangen. Entfernt man nämlich bei Tauben die eine Grosshirnhemisphäre vollständig, dann ist nach gestillter Blutung der Zweihügel von oben leicht zugänglich und kann gänzlich entfernt werden. Da nun einseitig enthirnte Tauben vollständig normal reagirende Pupillen besitzen, so war auch auf diesem Wege eine Lösung dieser Frage möglich. Ein auf diese Weise operirtes Täubchen war nun, nachdem dasselbe herangewachsen war, auf dem gekreuzten Auge vollständig blind, zeigte aber auch eine complete Pupillenlähmung. Bei der Herausnahme des Gehirnes zeigte sich nun, dass der Zweihügel dieses Thieres vollständig fehlte, dass dementsprechend auch der Hauptstamm des Tractus opticus spurlos verschwunden war und dass der Sehnerv und Tractus dieser Seite nur aus dem dünnen Stamme bestand, von dem bisher die Rede gewesen ist. Es scheint also die Vermuthung, dass dieser Fasernzug die gesuchten Pupillarfasern führt, nicht begründet zu sein.

Indem wir diese Versuche gleichsam als rohes Baumaterial etwaigen anderen Nachfolgern auf diesem Gebiete zur Beachtung empfehlen, lassen wir die interessante Frage, ob die Trennung der Opticusfasern in lichtempfindende und Pupillarfasern überhaupt viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, bei Seite und erlauben uns noch einige Worte über die bei diesen Experimenten gemachten Beobachtungen über secundäre Degeneration.

Wir haben oben zwei Versuche mitgetheilt, in welchen nach Verletzung des Kernes des Burdach'schen Stranges aufsteigende Degeneration der Schleife erfolgte. In den meisten der bisher mitgetheilten Fällen von Schleifendegeneration, die von P. Meyer und Forel (Vejas) ausgenommen, wurde absteigende Degeneration der Schleife bei Gehirnläsionen beobachtet. Es ist uns nicht bekannt, ob es an erwachsenen Thieren möglich ist, durch eine Verletzung des Gehirnes eine absteigende Degeneration dieser Fasern zu bewirken (die Beobachtungen v. Monakow's beziehen sich auf Experimente, welche an neugeborenen Thieren vorgenommen wurden), doch machen analoge Beobachtungen am Rückenmarke dies nicht wahrscheinlich. Es gelingt niemals eine absteigende Degeneration in den Hintersträngen oder der Kleinhirnseitenstrangbahn, ebensowenig eine aufsteigende in der Pyramidenseitenstrangbahn experimentell zu erzeugen, und bei Verletzung des Burdach'schen Kernes erfolgt keinerlei absteigende Degeneration in den Hintersträngen. Das alte schon von Türck aufgestellte Gesetz, dass die Degeneration in den Rückenmarksbahnen im Sinne der physiologischen Leitung fortschreitet, hat also bisher durch die Experimente an erwachsenenen Thieren keine wesentliche Einschränkung erfahren. Wohl sind aber in der reichen neurologischen Literatur der neueren Zeit vielfach Beobachtungen mitgetheilt worden, die sich nicht in das Türck'sche Schema unterbringen lassen, und es fragt sich, ob es nicht möglich sein wird, in diese beginnende Verwirrung einige Ordnung zu bringen. Solche dem Schema widersprechende Beobachtungen sind auch die obigen über die absteigende Degeneration der Schleife.

Wir möchten nun auf Folgendes aufmerksam machen. Beobachtungen über secundäre Veränderungen des Gehirnes und Rückenmarkes werden auf dreierlei Weise angestellt. Entweder — und das ist die Mehrzahl

der Beobachtungen — es werden Herderkrankungen an menschlichen Centralnervensystemen anatomisch untersucht, und hier handelt es sich um mehr weniger längere Zeit dauernde Krankheitsprocesse, die oft viele Monate, ja Jahre nach der verletzenden Ursache zur Untersuchung gelangen; oder man setzt Verletzungen an erwachsenen Thieren und untersucht im Zeitraume von einigen Tagen oder Wochen; oder endlich, man setzt Verletzungen an neugeborenen Thieren und untersucht das Centralnervensystem am erwachsenen Thiere. Die durch diese Läsionen erzeugten consecutiven Veränderungen am Centralnervensysteme werden nun in der Literatur promiscue als Degeneration oder Atrophie bezeichnet, ohne dass, wie es uns scheint, immer bedacht wird, dass es sich dabei nicht immer um dieselben Processe handelt, oder zum wenigsten oft der Ablauf einander in ihrem Enderfolge sich ähnlicher Processe durch verschiedene Gesetze geregelt wird. Nicht mit Unrecht, wie wir glauben, hat schon Michel[1] v. Gudden diesen Vorwurf gemacht. Wir wollen an einigen Beispielen das Gesagte erörtern.

Enucleirt man einer erwachsenen Taube das Auge, so erfolgt aufsteigende Degeneration im Opticus bis zum Corpus bigeminum, das heisst die Markscheiden zerfallen, der Axencylinder schwindet, die Zerfallsproducte schwärzen sich mit Marchi's Reagens. Durchschneidet man den Tractus opticus in seinem intra craniellen Verlaufe, oder zerstört man das Corpus bigeminum, so erfolgt im ersteren Falle wieder nur aufsteigende, keine absteigende Degeneration, im letzteren ebenfalls keine absteigende Degeneration. Operirt man hingegen an eben dem Ei entschlüpften Thieren, dann ist das Endresultat ein anderes. Man mag in diesem Falle das Auge oder den Zweihügel entfernen, in beiden Fällen verschwindet Nerv und Tractus opticus, letzterer fast spurlos, von ersterem bleibt nur ein helles durchscheinend gallertiges Bindegewebsband übrig.

Hiebei verschwindet, wie wir in Übereinstimmung mit den Versuchen Gansers fanden, die Nervenfaser- und Ganglienzellenschicht der Retina fast vollständig. Lässt man bei dem Eingriffe auch nur ein kleines Fragment des Corpus bigeminum stehen, so ist am erwachsenen Thiere auch nur ein entsprechender Theil des Tractus vorhanden. Entfernt man endlich an einem erwachsenen Thiere das Auge und lässt lange Zeit nach dem Eingriffe verfliessen, oder untersucht man Chiasmen von Menschen, welche lange Jahre nach Entfernung eines Auges zur Untersuchung kamen, so bleibt, wie insbesondere aus der pathologisch-anatomischen Literatur hervorzugehen scheint, von Nerv und Tractus opticus nichts übrig, als ein sklerotisches Bindegewebe.

In beiden letztgenannten Processen ist in vielen Fällen auch die graue Substanz betheiligt, es erfolgen Verschmälerungen der grauen Kerne mit Schwund der Ganglienzellen und Schwund der aus diesen Ganglienzellen entspringenden Bahnen, ohne dass es bisher gelungen wäre, an letzteren eine echte Degeneration zu constatiren. Durchschneidet man ferner einen peripheren gemischten Nerven, so erfolgt peripher vom Schnitt die bekannte Waller'sche Degeneration, centralwärts aber und zeitlich weit von letzterem Processe getrennt erfolgt langsame Verschmälerung der sensiblen Bahnen wiederum ohne echte Degeneration. Endlich machen noch die Versuche Forel's mit einem aufsteigenden Schwunde motorischer Nerven *(Facialis)* nach periferer Durchtrennung bekannt. Es kann also eine und dieselbe Bahn auf verschiedene Art zum Schwund gebracht werden, und es wird vielleicht nicht ohne Nutzen sein, wenn man in kommenden Publicationen auf diesen Umstand Rücksicht nimmt. Kehren wir zur Schleife zurück, so können folgende Modi als möglich gedacht werden.

Erstens Zerstörung des Burdach'schen oder Goll'schen Kernes am erwachsenen Thiere, aufsteigende Degeneration, analog der Degeneration des Opticus nach Enucleation des Auges; zweitens Abtragung derselben Kerne an neugeborenen Thieren (Vejas) oder Abtragung der Rinde des Parietooccipital-Hirnes (Monakow), darauf Schwund der Schleifenfasern, entsprechend dem Schwund des Opticus nach Augenenucleation, respective Abtragung des Corpus bigeminum (beim Neugeborenen); endlich käme die absteigende „Degeneration" der Schleife, für die wir vorläufig keine experimentelle Grundlage haben. Es fragt sich nun, ob in

[1] Über Sehnervendegeneration und Sehnervenkreuzung, 1887.

diesen an Menschen beobachteten Fällen es sich nicht um Atrophien handelt ähnlich den von Forel am Facialis beschriebenen aufsteigenden Atrophien. Wir möchten nun den Forschern auf diesem Gebiete den Vorschlag machen, künftighin den Ausdruck Degeneration nur für die echte Waller'sche Degeneration zu gebrauchen, also nur für diejenigen Fälle, wo wirklich Zerfall der Markscheide noch nachweisbar ist. Für die Fälle, wo wie zum Beispiel nach Durchschneidung des N. ischiadicus, Verschmälerung des zugehörigen Hinterstranges erfolgt, wäre der Ausdruck „Atrophie" zu verwenden, für jene Fälle, wo durch Eingriff am neugeborenen Thiere die betreffenden Faserzüge vollständig schwinden, gar nicht zur Entwicklung gelangen „Aplasie" oder „Agenesie", für Fälle endlich, wo lange Zeit nach der primären Läsion sich der betreffende Faserzug nur noch durch Bindegewebe kennzeichnet, wäre der Ausdruck „Sclerose" zu verwenden. Endlich könnte man, um das Schlussresultat des Processes zu bezeichnen, von „einfacher Atrophie", von Atrophie in Folge von Degeneration, also „degenerativer Atrophie" und von Atrophie in Folge von Aplasie sprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Spinalwurzeln und Spinalganglien eines Hundes nach Durchschneidung der Wurzeln zwischen Rückenmark und Ganglion.

„ 2, 3, 4.[1] Horizontalschnitt aus dem Rückenmarke eines Frosches nach einseitiger Durchschneidung der hinteren Wurzeln der unteren Lendennerven zwischen Ganglion und Rückenmark.

„ 5—9. Aus dem Rückenmark eines Kaninchens nach Durchschneidung von drei linken unteren Lendenwurzeln zwischen Ganglion und Rückenmark.

„ 10—15. Aus dem Rückenmark eines Hundes nach Durchschneidung drei hinterer Wurzeln der linken Seite über der Lendenanschwellung, von zwei Wurzeln unter derselben.

„ 16—19. Aus Rückenmark und Medulla oblongata einer Katze nach Durchschneidung der zweiten Cervicalwurzel zwischen Rückenmark und Ganglion.

„ 20—24. Aus dem Rückenmarke eines Kaninchens nach temporärer Verschliessung der Bauchaorta.

„ 25. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach linksseitiger Durchschneidung einer Sacralwurzel.

„ 26—34. Aus Medulla oblongata und Zwischenhirn zweier Katzen mit theilweiser Zerstörung des Kernes der Burdach'schen Stränge. Fig. 33 und 34 nach linksseitiger, die übrigen nach rechtsseitiger Verletzung.

„ 35 *a*—36. Aus Medulla oblongata und Rückenmark eines Hundes nach Abtragung der motorischen Rindenzone der linken Seite.

„ 37. Absteigende (?) Degeneration im Rückenmarke eines Hundes nach Verletzung der Parietoccipitallappen. Näheres im Text. Nach einem von Herrn Dr. V. Marchi in Reggio herrührenden Präparate.

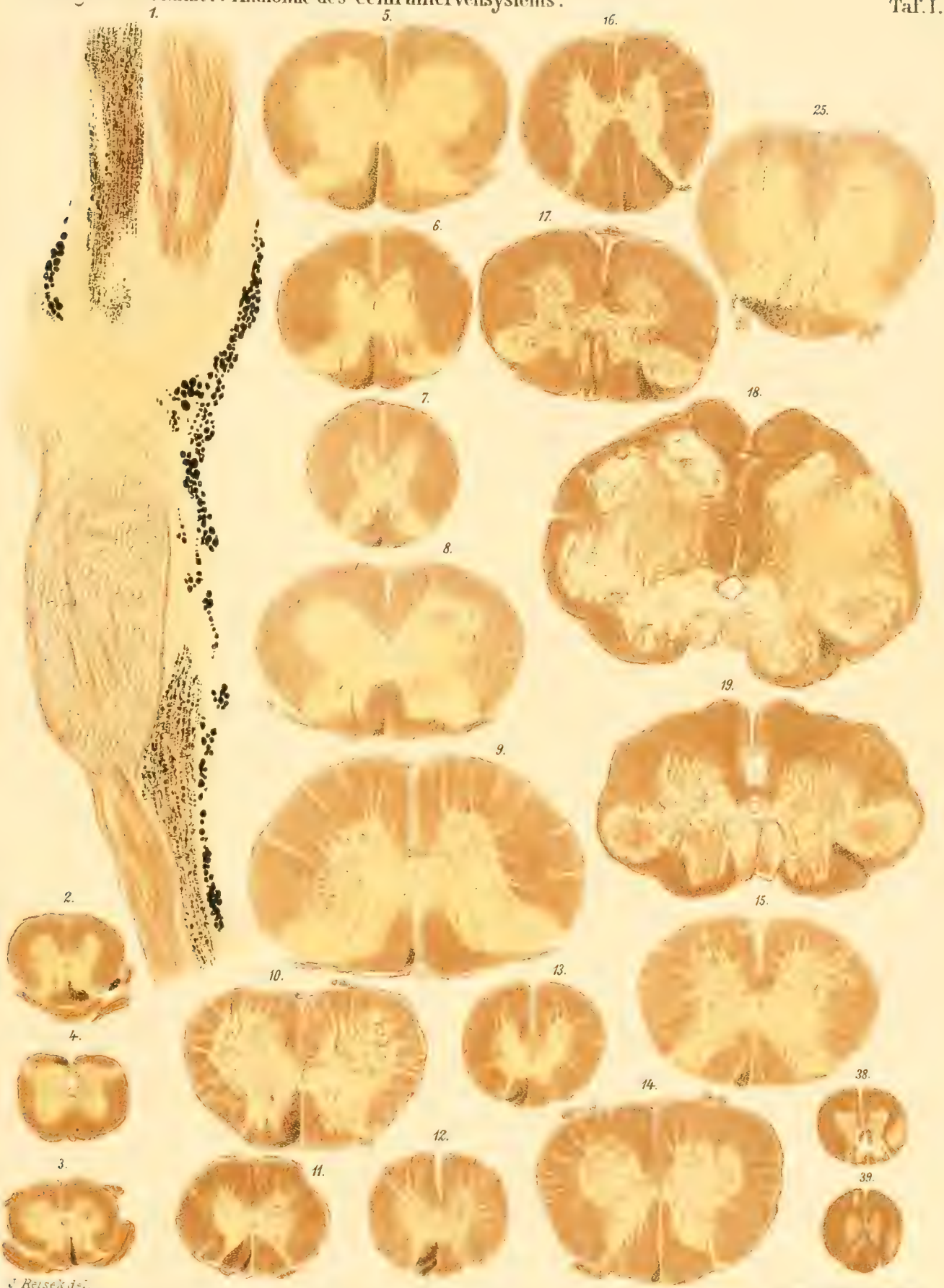
„ 38, 39. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach Zerstörung der motorischen Zone links. Multiple Sclerose und aufsteigende Degeneration in den Hintersträngen. Näheres im Text. Mit der Lupe nach einem Hämatoxylinpräparat gezeichnet.

„ 40—43. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach linksseitiger Durchschneidung des linken Vorderseitenstranges im oberen Halsmark.

„ 43 *a*—46. Aus dem Rückenmarke eines Hundes nach totaler Rückenmarksdurchscheidung zwischen Brust- und Lendenmark.

„ 47. Absteigende Degeneration aus dem Rückenmarke eines Menschen nach Compression in der Mitte des Brustmarkes.

[1] Fig. 4 und Fig. 31 sind irrthümlicherweise verkehrt abgedruckt worden.


1.
5.
16.
25.
6.
17.
7.
18.
8.
19.
9.
2.
15.
10.
13.
4.
38.
14.
12.
3.
11.
39.

20.
23 b.
24.
21.
27.
22.
28.
23.
23 a.
29.
30.
26.
47.

J. Reiseli del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

DAS
MARINE MIOCÄN IN SYRIEN

VON

Dr. MAX BLANCKENHORN,
IN CASSEL.

(Mit 4 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. MAI 1890

Einleitung.

Über die jüngeren Tertiärbildungen Syriens liegen bis jetzt nur wenige, zerstreute Nachrichten vor, welche über das relative Alter und die Ausbreitung der verschiedenen Stufen nur ein geringes Licht verbreiten. Und doch steht Syrien in der Mannigfaltigkeit und Verbreitung miocäner und pliocäner Meeres- und Süsswasserbildungen dem benachbarten Kleinasien und Egypten nicht nach. Da ich auf meiner im Jahre 1888 nach Mittel- und Nord-Syrien unternommenen Reise gerade diesen Ablagerungen besondere Aufmerksamkeit zuwandte und es mir möglich ist, den gegebenen Daten viele neue hinzuzufügen, so erscheint mir nunmehr auch eine zusammenhängende Darstellung der einzelnen Formationen am Platze.

Die Bearbeitung des von mir gesammelten Materials an Versteinerungen der Neogenperiode hatte ich das schätzenswerthe Glück, in der geologisch-paläontologischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums zu Wien vornehmen zu können, und fühle ich mich besonders dem Director derselben, Herrn Th. Fuchs, der in zuvorkommendster Weise unter den schwierigsten Verhältnissen während der Einrichtung des Museums kurz vor dessen Eröffnung doch meine Studien im Museum ermöglichte und mich bei denselben in jeder Weise freundlichst unterstützte, zu allergrösstem Danke verpflichtet. Zugleich nehme ich die Gelegenheit wahr, an dieser Stelle Herrn Geheimrath Professor Dr. v. Beyrich in Berlin für die gütige Erlaubniss zur Benutzung der v. Luschan'schen Sammlung syrischer Petrefacten im Berliner Museum für Naturkunde und den Herren Professoren Suess in Wien und Martens in Berlin für die freundliche Unterstützung meiner Studien meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Die marinen Miocänablagerungen Syriens, über die hier zunächst berichtet werden soll, gehören, wie sich im Einzelnen herausstellen wird, sammt und sonders dem Ober-Miocän, der zweiten Mediterranstufe an. Die erste Mediterranstufe hingegen hat in der äussersten SO-Ecke des heutigen Mittelmeeres keine Spuren hinterlassen. Diese treffen wir erst in Cilicien in dem Becken des Saihûn und an anderen Orten Kleinasiens an.

A. Die grosse Meeresbucht des untern Orontes-Thales, des untern ʿAfrîn- und Ḳuweiḳ-Thales in Nord-Syrien.

Historischer Rückblick.

Bei Ainsworth: Assyria, Babylonia und Chaldaea, London 1838, S. 294 ist die Rede von einer Grobkalkformation, welche in grosser Ausdehnung die Ebenen Nord-Syriens bedecken und sich durch Vorkommen von Arten besonders folgender Gattungen auszeichnen soll: *Conus, Voluta, Ostrea, Cardium, Cytherea, Lucina, Cerithium, Fusus* und *Pyrula*. Leider wird das genauere Alter dieses sogenannten *Conide limestone* nicht präcisirt und vor allem keine Trennung der Grobkalke von den in Nordsyrien noch verbreiteteren Eocänkalken und der Oberen Kreide vorgenommen, so dass die diesbezüglichen Angaben Ainsworth's vorläufig für die Wissenschaft wenig zu verwerthen waren. Das dort erwähnte Vorkommen im W der Ebene des Chalus oder Ḳuweiḳ unmittelbar hinter ʿAzaz scheint mir allerdings darauf hinzuweisen, dass Ainsworth die Miocänkalke des unteren ʿAfrîn- und Ḳuweiḳ-Beckens gemeint hat.

Auch was dieser Reisende später (S. 309) als *supracretaceous limestones* mit *Conus* und *Pecten* in der Landschaft Casiotis anführt, dürfte nach der beschriebenen Lagerung und lithologischen Beschaffenheit mit meinen Miocänkalken grösstentheils identisch sein. Freilich lässt Ainsworth daraus den ganzen Casius Mons „bis zu seinem Gipfel, 5318 e. F. hoch" (nach meinen Barometermessungen 1767 *m*) sich zusammensetzen, während in Wirklichkeit das Miocän blos bis zu etwa 350 *m* Höhe im N, 500 *m* im O an dem Gebirgsmassiv, das seinem Kern nach aus harten, oft kieseligen Kalken der oberen Kreide mit *Nerineen* besteht, emporsteigt.

Als Miocän hat man schliesslich zu betrachten die auf S. 310 erwähnten mergeligen „fossilführenden Kalksteine, Kreide- oder Kalksteinbreccien und Muschelkalksteine" im S von Antiochia, welche *Ostreen, Pecten, Cardien, Venus, Donax, Lucina, Tellina, Cerithium, Pyrula* und viele Seeigel führen sollen. Diese Gesteine würden nach Ainsworth am Wege von Antiochia nach Lâdikîje zu beiden Seiten eines Thales am Dorfe Scheich Köi („Sheïk Gui") überlagert von einem kieseligen Kalkstein, welcher selbständig ganze Ketten bildet und den Ainsworth mit der Meulière des Pariser Beckens vergleicht. Ob hier eine irrthümliche Auffassung der Schichtenfolge vorliegt und unter dem Kieselkalk wenigstens theilweise die von den Miocänschichten mantelartig bedeckten, in den höheren Gebirgsregionen aber frei herausragenden Kieselkalke der Oberen Kreide zu verstehen sind oder jüngere echte Süsswasserkalke, wie ich sie im N von Bêt et-Mâ in grosser Mächtigkeit wahrnahm, vermag ich vorderhand nicht zu entscheiden.

Ainsworth's „grosses Tertiärbecken des unteren Orontesthales bei Antiochia" dürfte sich speciell auf die mergelig sandigen Ablagerungen meines Unterpliocäns beziehen.

Die verschiedenartigen kurzgefassten Angaben Ainsworth's über die geologische Beschaffenheit Nord-Syriens hat nun Russegger[1] hauptsächlich zu seiner geognostischen Beschreibung Nord-Syriens neben seinen eigenen Beobachtungen, beziehungsweise denen seines Adjuncten Pruckner verwerthet, leider ohne dieselbe Zurückhaltung wie Ainsworth bezüglich der Altersbestimmung der Schichten anzuwenden. Die Bemerkungen Ainsworth's erscheinen sogar mitunter geradezu falsch aufgefasst oder übersetzt, wovon ein genauer Vergleich den Leser selbst überzeugen wird. Das Bild, welches Russegger besonders von den Tertiärbildungen entwirft, lässt an Klarheit Vieles zu wünschen übrig. Ainsworth's *supracretaceous Conide limestone* und

[1] J. Russegger, Reisen in Europa, Asien und Afrika. Stuttgart 1841, I. Bd. 1. S. 412—469. Beiträge zur Physiognomie und Geologie des nördlichen Syrien.

die hiermit wechsellagernden, fossile Schalthierreste führenden Mergelschichten und Kalkbreccien hält Russegger „für nichts anderes als Stellvertreter der oberen oder sogenannten weichen Kreide", obgleich er daraus typisch tertiäre Versteinerungen wie *Echinolampas* und *Clypeaster* namhaft macht. [1]

„Das durch seine Ruinen und die im Felsen ausgearbeitete Nekropolis von Seleucia Pieria bekannte steile Felsgehänge" von hartem Kalkstein am SW-Abfall „des Mussa Dagh" oder Djebel Mûsa gehört nach Russegger S. 464 ebenfalls „in das Gebiet der oberen Kreide", während dasselbe auf S. 461 als Tertiärgebilde betrachtet wurde. Die östlich sich daran schliessenden (miocänen) Grobkalke von Seltscha (Seldja) rechnet er hingegen „der subapenninischen Zeitfolge" zu, da unter ihnen die versteinerungsreichen Mergel mit den von Ainsworth l. c. S. 301 aufgezählten Pliocänfossilien lagen, während in Wirklichkeit die Schichtenfolge ganz anders und viel complicirter ist (vergl. das unten folgende Profil Fig. 1). Vollständig unmöglich erscheint es mir, das zu S. 440 gehörige Profil in Russegger's Atlasband Fig. 12: „Tertiärgebilde am Djebel Mussa bei Suedie" mit den dortigen thatsächlichen Lagerungsverhältnissen in Einklang zu bringen. Es würde zu weit führen, hier die einzelnen Angaben Russegger's auf ihre Zuverlässigkeit hin zu prüfen, da sich bei der späteren Schilderung der einzelnen Tertiärvorkommnisse noch mehrfach Gelegenheit bieten wird, auf seine Darstellung zurückzukommen.

Auf welche Nachrichten sich Tchihatcheff in dem Syrien betreffenden Theil seiner Carte géologique de l'Asie Mineure stützt, und ob er sich überhaupt auf Nachrichten stützt, da er selbst diese Gegend nicht besuchte, ist mir unerfindlich. Nur wenige Flecken in der Colorirung der SO-Ecke dieser Karte dürften mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Dem Eocän ist eine ganz wunderbare Verbreitung speciell in den Thälern und Niederungen und in der nordsyrischen Wüste hinter Aleppo bis zum Euphrat gegeben; von jüngeren Tertiärbildungen findet man dagegen nichts verzeichnet. Russegger's geognostische Karte des Taurus und seiner Nebenzweige in den Paschaliken Adana und Marasch nebst dem angrenzenden Theile des Paschalikes von Aleppo, wenn auch auf äusserst mangelhafter topographischer Grundlage beruhend, wie schon C. Ritter hervorhob, bietet immer noch ein annehmbareres Bild der geognostischen Verhältnisse als Tchihatcheff's viel später erschienene Karte.

Neuerdings wurde von Dr. v. Luschan eine Petrefactensuite in der Umgebung von Antiochia gesammelt und dem k. k. Hof-Mineraliencabinet in Wien übermittelt. Fuchs und Diener[2] erkannten in dem einschliessenden Gesteine „eine dem Leithakalk des Wiener Beckens petrographisch sehr ähnliche Bildung"; unter den Fossilien herrschte *Pecten caralitanus* Mer. und *P. latissimus* vor, welche „für jüngeres Miocän" sprechen.

Beschreibung des Miocäns in Nord-Syrien.

1. Das Miocän am Amanus Mons.

Ob die Bucht von Iskenderûn, der Winkel der kleinasiatischen und syrischen Küste, wie Tchihatcheff's Karte andeutet, in N von einem Kranze von marinen Miocänbildungen umrandet war, erscheint mir noch zweifelhaft. Ainsworth, dem wir allein autoptische Mittheilungen über die Geognosie dieser Gegend verdanken, führt keine Gebilde an, die mit einiger Wahrscheinlichkeit mit den Ablagerungen der miocänen Orontesbucht sich vergleichen liessen. Hingegen dürfte das Pliocänmeer, wie wir an anderer Stelle sehen werden, an dem Westabfall des Amanus Mons seine Spuren hinterlassen haben.

So treffen wir, längs der syrischen Küste von N nach S gehend, die ersten zweifellosen Miocänbildungen an der S-Seite des Amanus. Das untere Thal des Orontes zwischen den Gebirgsstöcken des Amanus und Casius bildete die Eingangspforte für das vordringende Meer der zweiten Mediterranstufe, welches eine tief ins Innere des nordsyrischen Landes eingreifende verzweigte Bucht erfüllte. Um die Umgrenzung dieser

[1] Russegger l. c. p. 447.

[2] Diener, Libanon. Wien 1886, S. 402.

Meeresbucht genauer bestimmen zu können, müssen wir die einzelnen bekannten Vorkommnisse der Reihe nach verfolgen.

Wir beginnen mit der Süd- und Ostseite des Amanus, welche weit ins Innere bis nördlich der Niederung el-ʿAmḳ von einem mächtigen Mantel von Miocänbildungen bedeckt ist, die Ainsworth und Russegger theils der Oberen Kreide, theils dem Pliocän zurechneten. Der Amanus Mons, der sich als directe Verlängerung der nördlichen Gebirgskette der Insel Cypern in seinem Hauptkamm bis zum Beilân-Pass in der Richtung von SW nach NO hinzieht, sendet weit nach S als Ausläufer gegen die Orontes-Mündung den Pieria Mons oder Djebel Mûsa (im engeren Sinne) aus, der im NO von Seleucia Pieria in einer zur Hauptrichtung des Amanus parallel gestellten Reihe von Gipfeln culminirt. Der ganze Südabfall dieses Gebirgsrückens bis nahe an die Ebene der Orontesmündung gehört grösstentheils dem Miocänsystem an, das, wie der Anblick von S lehrt, selbst die höchsten, bis 870 *m* hohen Gipfel dieses Djebel Mûsa (im Sinne von Hartmann) einnimmt.

Erst jenseits dieser vorgeschobenen Gipfel auf dem Verbindungsrücken zum Djebel el-Ahmar oder Kyzyl Dagh mag das ältere Grundgebirge, Kreide und Serpentin, zu Tage treten. Vom Djebel Mûsa fallen die Schichten überall ziemlich constant mit 10—15° nach S gegen die Orontesmündung, weiter östlich mehr nach SO; nur da, wo Gypslager eingeschaltet sind, zeigen sie sich in Folge der vorgeschrittenen späteren Auslaugung derselben in ihrer Lagerung gestört. Im Gegensatz zu dieser, sich auf mehrfache Beobachtungen meinerseits stützenden Behauptung steht die Angabe Russegger's von einem nordsüdlichen Streichen und und Verflachen unter 5—6° gegen O, welche sich wohl nur auf ganz local beschränkte Verhältnisse bei dem Dorfe Seltscha beziehen kann.

Die Beschaffenheit der zur Ablagerung gekommenen Gebilde ist sehr wechselnd. Gegen den Rand dieses Beckens herrschen ähnlich wie im Wiener Becken allein die Kalke vor. Sie entsprechen im Aussehen zum Theil so sehr den Leithakalken, speciell den Nulliporen- und Korallenkalken, dass man Proben von beiden Localitäten nicht unterscheiden kann. Bei Seleucia Pieria treten diese Miocänkalke, welche dort eine Mächtigkeit von 200 *m* erreichen mögen, direct ans Meer und setzen die dortigen steilen Felsgehänge zusammen, in welchen die zahlreichen Felsengräber der Nekropolis und der grossartige 1100 *m* lange und bis 45 *m* tiefe Felsencanal mit seinen Tunnels eingegraben ist. Sie bilden aber auch noch, wie es scheint, den Boden der tief in der Küstenebene gelegenen Altstadt, ja zum Theil den Untergrund des alten Hafenbassins, das in die festen Kalke wenigstens theilweise künstlich eingetieft war. Aus diesem Kalk wurde der grösste Theil der Gebäude und Befestigungen der alten Stadt aufgeführt, von denen man jetzt ausser der erhaltenen Stadtmauer mit ihren Thoren nur noch Trümmer vorfindet. Es sind meist weisse dichte oder etwas poröse Grobkalke, mitunter oolithisch, mit bald erhaltenen, bald ausgewitterten Oolithkörnern. Gehen die Schichten mehr in graue weichere Mergelkalke über, so sind die Fossilien (*Lithothamnien, Heterosteginen, Clypeaster, Pecten*) gewöhnlich besser erhalten. Die *Lithothamnien* treten wie im Leithakalk gesteinbildend auf; nach ihnen sind *Heterosteginen* am häufigsten.

Folgendes sind die im Miocänkalk von Seleucia Pieria, besonders bei Mreier am Antiochiathor, am Ausgang des Hafens und an den alten Molo's, den Steindämmen zum Schutz der Hafeneinfahrt, von mir gesammelten Versteinerungen:

Lithothamnium sp. überall.

Heterostegina sp. Durchmesser 8 *mm*. Drei Umgänge. Von verschiedenen Punkten der Stadt.

Heliastraea sp. Wohlerhaltener Abdruck; Mreier.

Clypeaster crassicostatus Ag. (vergl. Michelin: Monogr. des Clyp. t. 7, fig. 1.) Häufig am Molo.

Warzen und Stacheln von anderen Seeigelgattungen.

Bryozoen.

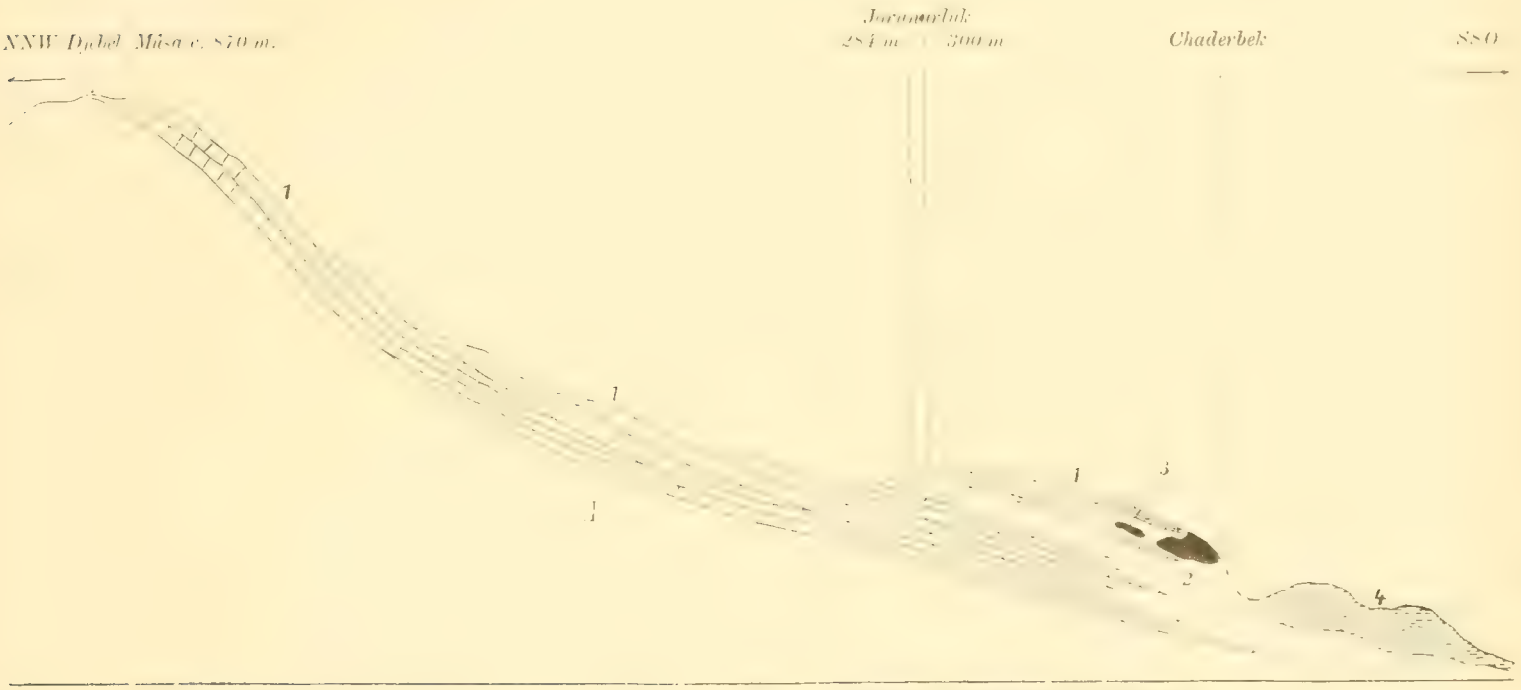
Pecten caralitanus Meneghini. (= *P. Besseri* Hoernes non Andrz. = *sievringensis* Fuchs), häufig am Molo.

Pecten scabrellus Lam.[1] Häufigster *Pecten* im Nulliporenkalk. Felsen am Hafen von Seleucia. Bausteine der alten Molo's.

Pectunculus pilosus L. Steinkern und Abdruck.

Wendet man sich von der Küste bei Seleucia ins Innere gegen NO, so macht bald das einförmige Bild der Miocänablagerungen einer grösseren Mannigfaltigkeit Platz. Am Djebel Müsa selbst sieht man freilich wie in Seleucia nur Kalkstraten. Steigt man aber von diesem Bergrücken mit dem Fallen der Schichten im Thale von Jorunurluk und Chaderbek gegen SSO hinab, so schalten sich ebenso wie auch südöstlich Seleucia zwischen die Kalkstraten des Miocäns Kalkmergel, Schieferthone und plastische Thone ein und die Kalkbänke nehmen zu deren Gunsten an Stärke ab.

Fig. 1.



A. Grundgebirge. (Obere Kreide und Grünstein).
1—3, Miocän:
1. Kalkbänke.
2. Mergel, Schieferthon und Thon.
3. Gyps.
4. Unterpliocän: Graue schiefrige Sandsteine und Mergel.

Bei Jorunurluk wird eine untere Zone von mächtigen Kalkplatten im Thale, auf denen das Dorf steht, durch eine mittlere Zone von Thonmergeln getrennt von einer oberen korallenführenden Kalkzone, welche die circa 300 *m* hohen Gipfel der benachbarten Hügel krönt. Bei Chaderbek treten die Kalkschichten schon an Mächtigkeit gegenüber den thonigen Schichten zurück. Letztere zeichnen sich aus durch die Führung reicher Gypslager. Plastischer Thon, grob krystallinischer Gyps und echter Alabaster wechseln da mit einander ab.

Auf diesem Gypshorizont bei Chaderbek liegen die Ruinen einer zerfallenen grossen Seidenfabrik des ehemaligen englischen Generalconsuls Parker aus der Mitte dieses Jahrhunderts. Der Gyps bildet kein regelmässiges Lager innerhalb des Thons, vielmehr linsenförmige Einschaltungen. Er ist natürlich schon

[1] Vergl. Paläontol. Theil derselben Arbeit.

theilweise der Auslaugung erlegen, in Folge dessen locale Einstürze und Unregelmässigkeiten häufig und die Lagerungsverhältnisse an solchen Stellen sehr verworren erscheinen.

Innerhalb dieser thonigen gypshaltigen Schichten beobachtete ich an dem Abhang westlich der Seidenfabrik eine vielleicht 3 *m* mächtige Kalkbank, welche der Lage nach die Basis des Hauptgypshorizontes einnehmen müsste, aber da, wo Gyps sich zuerst einstellte, bereits allmählich ausgekeilt war. Vermuthlich correspondirt diese Bank im N mit der Korallenkalkzone oberhalb Jorunurluk. Der Kalk ist zum Theil feinoolitisch und enthält Steinkerne und Abdrücke von:

Cardita scabricosta Mich.? junges Exemplar.
Cardium edule L.??
„ *turonicum* Mag.?[1]
Tapes vetula Bast.
Venus multilamellata Lam.
Photinula trochoides n. sp. Abdrücke (vergl. im paläontologischen Theil am Schlusse dieser Arbeit).

Bedeckt wird der Gypshorizont bei Chaderbek von Kalkmergelplatten, die in Grobkalk übergehen. Wo nämlich Nester von Gyps im Liegenden vorhanden sind, legt sich der Kalk in dünnen dichten fossilfreien Platten auf; wo dieses nicht der Fall ist, folgt in gleichem Niveau ein massiger cavernöser Grobkalk, erfüllt von Steinkernen und Abdrücken von Mollusken und Bryozoen:

Lunulites sp.
Arca Noae L.
Arca turonica Duj.
Chama gryphoides L.
Lucina ornata Ag.
Cardita sp,
Cardium turonicum May.?[1]
„ *edule* L., häufig.
Corbula gibba Ol.
Fissurella italica Defr.
Trochus patulus Bronn, häufig.
Solarium simplex Bronn.
Turritella communis Risso.
Rissoa Lachesis Bast. und ähnliche Formen sehr häufig.
Cerithium scabrum Ol., häufig.
„ *vulgatum*.
„ cf. *minutum* Serr.

Zahlreiche andere kleine unbestimmbare Gastropoden (*Melania*? oder *Hydrobia*? sp. sp.)

Es ist dies eine Faunula vergleichbar derjenigen der Sande von Pötzleinsdorf bei Wien, mit der sie neun Arten gemein hat.

In den thonigen und mergeligen Schichten des Miocänprofils der Gegend von Chaderbek und Jorunurluk wurden keine Fossilienreste wahrgenommen. Die Gypsvorkommnisse innerhalb der Thonschichten beschränken sich, wie es scheint, auf eine bestimmte schmale Zone im Streichen der Schichten parallel der alten Meeresuferlinie, eine Zone, die sich in ostnordöstlicher Richtung in der Mitte zwischen Djebel Mûsa und Orontes mindestens bis zum Böjük Karasu oder Nahr el-Kebir, einem rechten Zufluss des Orontes, hinzieht. Hier beschreibt Russegger das Auftreten von Gyps bei Seltscha. Ein Profil quer zum Streichen der Miocänschichten bei Seltscha dürfte aber kaum wesentlich von dem mitgetheilten bei Chaderbek abweichen und es wäre danach das Russegger'sche Profil 12 zu berichtigen.

Die Zone der Verbreitung des Gypses ist zugleich diejenige, in welcher die Kalkstraten der Hauptsache nach sich auskeilen. Weiter südöstlich gegen den Orontes würden letztere in den thonigen Schichten vollständig verschwunden sein. Leider ist das Miocänprofil nicht bis zum Orontes hin erhalten oder wenigstens schwer zu verfolgen; man würde noch typische blaue Tegel etwa mit einer Fauna der Badener Tegel in der Tiefe des Wiener Beckens erwarten können.

Sandige Mergel und Sande nehmen hier diese Stelle ein, aber sie gehören allem Anschein nach einer jüngeren, vermuthlich durch eine wenn auch ganz kurze Trockenlegung oder Continentalperiode getrennten Meeresbildung, der dritten Mediterranstufe an. Das untere Pliocänmeer, vordringend in dieselbe, nur jetzt

[1] Vergl. Paläontol. Theil.

bedeutend verschmälerte Bucht des unteren Orontes-Thales, zerstörte grösstentheils die in dessen tieferen Regionen sich vorfindenden weichen und wenig widerstandsfähigen Tiefseeablagerungen des zweiten Mediterranmeeres und setzte an deren Stelle seine sandig mergeligen Sedimente ab. In der Fauna differiren diese Schichten so erheblich von denen unseres Miocäns, dass sie kaum als gleichzeitige und nur in der Facies verschiedene Ablagerungen gelten können, wie ja auch Russegger dieselben schon „der subapenninischen Zeitfolge nahe" stellt. Da sich auf der Nordseite des Orontes-Thales die Unterpliocänmergel und Sandsteine eng den fossilfreien miocänen Thonen anlegen und eine deutliche discordante Lagerung zwischen beiden (wie sie auf obigem Profil nur schematisch gezeichnet ist) kaum in die Augen fällt, so erklärt sich wohl der Irrthum Russegger's,[1] dass er den grauen und gelblich braunen (pliocänen) Sandstein (*c* seines Profils), den er mit Recht seinem sogenannten Sandstein von Armenas etc. parallelisirt, als Liegendes der Gyps- und Thonbildung und der oberen Grobkalke ansieht.

Von Seltscha aus dürfte sich der Mantel von Miocän weiter in gleicher Weise nach NO hin ausdehnen. „An einem Aste des Amanus im W von Antiochia" fand Herr Scheider nach der im Berliner Museum für Naturkunde befindlichen v. Luschan'schen Sammlung:

Pecten aduncus Eichw. (? = *P. Josslingi* Sow.).
Pecten Vindascinus Fontannes, Le Bassin de Visan, t. V, f. 3.
Strombus cf. *Bonelli* Brongn.

Bei einem 10 *km* im N von Antiochia gelegenen Dorfe Karali gelang es Herrn Dr. v. Luschan, eine Reihe Fossilien zu sammeln, die dem Museum für Naturkunde in Berlin überwiesen und dort von mir bestimmt wurden.

Clypeaster crassicostatus Ag.
Clypeaster turritus Abich, Das Steinsalz u. seine geol. Stellung im russ. Armenien. Mém. Ac. St. Pétersbourg 1857, 6. sér., VII, t. III, f. 2 (= *C. gibbosus* Risso sp.).
Clypeaster gibbosus Marcel de Serres. Vergl. Michelin, Monogr. des Clyp., t. 22.
Psammechinus mirabilis Nic. sp. Vergl. Laube, Die Echinoiden der österr.-ung. oberen Tertiärabl. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. V.
Pecten caralitanus Men. = *P. Besseri* Hoern.

Pecten cf. *aduncus* Eichw.
Cardium discrepans Bast.
Isocardia sp.
Panopaea Menardi Desh.
Xenophora Deshayesi Mich.
} Steinkerne.
Pleurotomaria oder *Trochus* sp.
Cancellaria canaliculata Hoern.
Strombus cf. *Bonelli* Brongn.
Conus cf. *ventricosus* Brocchi.
Fasciolaria sp.

An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass schon Fraas[2] von Antiochia einen *Clypeaster grandiflorus* Brunn anführt, vermuthlich nach einem im Beirûter Museum ehemals befindlichen Exemplare.

Von Scheich Hassan, einem Hügel, der im NO von Antiochia aus der Niederung el-ʿAmḳ hervorragen soll, stammen aus der Luschan'schen Sammlung:

Turritella turris Bast.
Cerithium vulgatum Brongn.
Strombus sp.
Conus ventricosus Brocc.,

sämmtlich wohl mit Schale erhalten.

Bei „Schawar", einem der Lage nach mir unbekannten Ort „im N (?) des Amanus" wurden von Luschan folgende charakteristische Miocänfossilien gesammelt:

[1] Vergl. Paläontol. Theil.
[2] Fraas, Geologisches aus dem Libanon. Württemb. naturw. Jahresh. Stuttgart 1878, S. 360.

Echinolampas complanatus Ab.
Clypeaster crassicostatus Ag.
Pecten latissimus Brocc.
Pecten Tournali Serres bei Hoernes. — und Reuss, Die foss. Moll. d. Tertiärbeck. v. Wien, S. 398, T. 58 (= *P. solarium* Lam. non Hoern.).

Das Gestein dieser von mir untersuchten Fossilien der genannten Fundorte ist durchweg ein mässig harter Kalkstein.

Dem Mantel von Miocänbildungen dürften wohl auch die Conglomerate und harten Kalksteine bei Pagrae (Bakrâs) am Ostfusse des Amanus zufallen, welche nach Ainsworth unter (Pliocän-?) Sandsteinen liegen. Ob die Miocänbucht noch nördlich von der Niederung el-ʿAmḳ über die Landstrasse nach Aleppo hinaus ein Stück in das Thal des Kara Su reichte, muss vorläufig dahingestellt bleiben. In der Breite von Islahîje (Nikopolis) habe ich selbst Miocän jedenfalls nicht mehr beobachtet.

2. Der Casius Mons.

Wir wenden uns nunmehr zum Südrande des Miocänbeckens am unteren Orontes, überschreiten den Fluss bei el-Mîna (dem Hafen) in dem Delta vor der Mündung und steigen am Djebel el-Aḳraʿ hinauf. Bei Mijadun (= Meadu Buckingham's und Russegger's) am NW-Fusse des steil aufragenden Bergriesen befindet man sich schon auf den weissen mergeligen Kalkplatten des Miocäns, die, hier noch petrefactenleer, den Senonkreidemergeln sehr ähnlich aussehen. Sie streichen in h. 10 -11 und fallen in h. 4—5 gegen WSW ein. Von hier ziehen die Miocänbildungen in einem kesselartigen Einschnitt am steilen Gebirgsabfall aufwärts bis zu einer flacheren terrassenartigen Abdachung, deren Oberfläche eingenommen wird von cavernösem Grobkalk und lockerer Mergelerde. Der gelblichgraue Grobkalk steht petrographisch dem oberen Grobkalk von Chaderbek am Djebel Mûsa nahe. Theilweise erscheint er als eine festcementirte dichte Breccie von Kalk-, Mergel- und Korallenfragmenten. Von Fossilien sind zu nennen:

Porites incrustans Defr.?, sehr häufig.
Bryozoen.
Arca clathrata Defr.
Arca cf. *lactea* Linn.
Pectunculus sp., häufig.
Venus multilamellata Lam.

Das gegen W geneigte Miocänplateau begann an seinem Rande mit etwa 172 *m* Höhe und steigt in zwei Stufen bis gegen 324 *m* an, wo eine steilere Böschung von älterem (Kreidekalk-) Gebirge beginnt. Diese harten cretaceischen Kieselkalke mit *Nerineen*, wechselnd oft mit dünnschiefrigen Lagen, halten, nur mehrfach von Serpentinmassen durchbrochen, bis zum 1767 *m* hohen Gipfel des Djebel el-Aḳraʿ an. Letzterer ragte ebenso wie der gegenüberliegende Djebel el-Ahmar schon weit über die miocänen Meeresfluthen hervor. Wie zwei Wachtthürme beherrschten jene beiden Gebirgsstöcke die dazwischen gelegenen Eingangspforte in die geräumige Bucht des zweiten Mediterranmeeres. Steigt man vom Djebel el-Aḳraʿ wieder nach N hinab, aber etwas östlich von dem beschriebenen Wege, so stellt sich bei 350 *m* Meereshöhe wieder der Mantel von lichten kalkigen Miocänbildungen ein. Sie beginnen mit gelblichgrauen weichen Kalken, völlig identisch mit dem oberen Grobkalk von Chaderbek. Von Fossilien (Steinkernen und Abdrücken) konnte ich bestimmen:

Napfförmige Bryozoen aus der Familie der *Selenaridae* (*Lunulites* sp.).
Arca cf. *lactea* L.
Arca sp.
Pectunculus sp.
Cardium edule L. häufig.
Cerithium scabrum Ol.

Die weicheren mergeligen Kalke gehen über in harte kieselige Kalke, ebenfalls cavernös und mit denselben, aber weniger zahlreichen Fossilien. Echte Nulliporenkalke und Breccienkalke zeigen sich südlich von Schakil. Das Dorf Tumaime weiter nördlich liegt schon wie Chaderbek auf weichen thonigen, auch sandigen Mergeln und Thonen mit Gyps-Lagern. Schliesslich folgen weisse bis graue Kalkmergel mit Gerölleinschlüssen und kleinen Nestern von Gyps. Diese Kalkmergel erstrecken sich in grosser Mächtigkeit bis in

die Schlucht des Orontes bei ed-Djennâr, wo man sie aufliegen sieht auf dem hier blossgelegten Kieselkalk der Kreide, an einer Stelle sogar concordant unter demselben Fallwinkel. Vielleicht war es die Beobachtung gerade dieser (local beschränkten) concordanten Lagerung, welche Russegger, der diese Thalschlucht ebenfalls durchritt, veranlasste, an eine zeitlich engere Verbindung zwischen seinen „unteren harten und den oberen weichen, häufig in Mergel übergehenden Straten der Kreide", seinem „Konnitenkalk", zu denken. Doch ist der Gegensatz in der Gesteinsbeschaffenheit an der Grenze zwischen den zweifellos cretaceischen Schichten und unserem Miocän zu auffallend. Ausser dieser Auflagerung der Miocänmergel auf der Kreide kann man hier auch häufiger ein Nebeneinanderliegen der zeitlich getrennten Straten in Folge deutlicher Verwerfungen beobachten. Die weichen Mergel sind in Schollen zwischen die harten Kreidekalke eingesunken und dadurch vor späterer Denudation mehr bewahrt geblieben. Es fanden demnach die letzten mit Dislocationen verbundenen Bewegungen der Erdkruste in dieser Gegend in postmiocäner Zeit statt, vielleicht gleichzeitig mit der Eruption des Dolerites, welcher sich deckenförmig direct über dem marinen Unterpliocän in der ganzen Ebene westlich Antiochia ausbreitete. Wie die Thalschlucht des Orontes, so ist auch südlicher der Nordabhang des Djebel el-Akra' mehr oder weniger von postmiocänen Störungen betroffen. Das gleichmässige Streichen und das Einfallen der Miocänschichten nach der Mitte des Beckens zu, wie wir es oben am Südhang des Djebel Mûsa hervorhoben, macht im S einem häufigen Wechsel in Streich- und Fallrichtung Platz. Die Fauna der Kalkmergel auf der linken Uferseite der Orontesschlucht bei ed-Djennâr besteht meinen Aufsammlungen zufolge aus:

Heterosteginen.
Arca turonica Duj.
Pectunculus sp.
Chama sp.
Lucina globulosa Desh.
Cardium edule L.
Cardium sp.
Natica millepunctata Lam.?
Strombus coronatus Defr.

Unterhalb dieser Stelle gehen übrigens die mergeligen Miocänschichten auch auf das rechte Ufer de Flusses hinüber. Wenigstens sah Russegger (p. 449) am Ausgange des engen Orontes-Thales in die Ebene" vor der Mündung „am rechten Thalgehänge wieder den versteinerungsreichen grauen mergeligen Kalkstein" den er irrthümlich für cretaceisch hielt.

In Sûnnenîje (= Szanina bei Russegger) oberhalb ed-Djennâr begegnet man auf dem linken Ufer noch einmal, zwischen Kieselkalken der Kreide eingeklemmt, einer grossen Scholle von Miocänmergeln. Es ist dies wohl die von Russegger p. 448 erwähnte mächtige Ablagerung eines grauen, mergeligen Kalksteins, welche „westlich von Beit el-Maa am Wege nach Szanina ganze Bergmassen bilden" soll, „die Versteinerungen der Kreide (?) in grosser Menge führt und also ihrer Reihe angehören dürfte. Dieser Kalkstein geht nach der Verschiedenheit des Mischungsverhältnisses seiner Bestandtheile bald in einen grauen Mergel, bald in einen gelblichbraunen Kalkstein über".

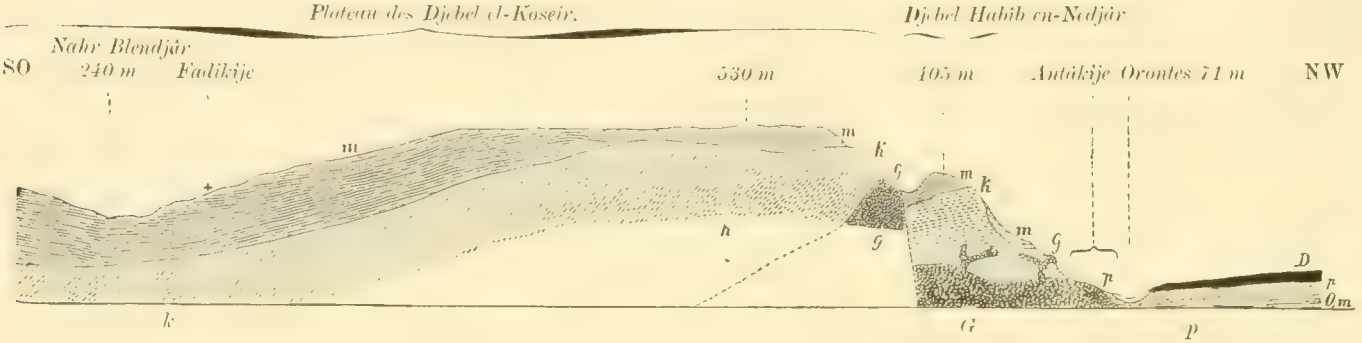
Weiter aufwärts verschwinden die Miocänschichten im eigentlichen Thale des Orontes unter einer Bedeckung durch die marinpliocänen Sandsteine und jüngeren Süsswasserbildungen. Zweifelhaft bleiben mir bezüglich des Alters „locale Ablagerungen von reinem und sehr krystallinischem Gypse" nördlich von Bêt el-Mâ, dicht am Orontes. Der Gyps schliesst sich nach Russegger an „kreideartige Mergel" an und soll nach Ainsworth „*Cycladen* nebst anderen Süsswassermuscheln" führen.[1] Ich selbst sah bei meiner beschleunigten Durchreise an dieser Stelle mit dem Gyps zusammen nur versteinerungsleeren Thon, den ich eher in Anbetracht der dortigen grossen Verbreitung des Pliocäns diesem zuzurechnen geneigt bin, obwohl mir sonstige Vorkommnisse von Gyps innerhalb des Pliocäns Syriens nicht bekannt sind. Die von Ainsworth gefundenen Fossilien aber stammen wohl aus dem diluvialen Süsswasserconglomerat am Orontes, welches sehr reich ist an Süsswassermuscheln, darunter häufig *Corbicula*-Arten.

[1] Ainsworth, l. c. S. 311. — Russegger, I, 1, S. 433

3. Der Djebel el-Koseir.

Ragte der eigentliche Casius Mons oder Djebel el-Akra' der Hauptsache nach weit über das Miocänmeer hervor, so war seine heutige plateauförmige nordöstliche Fortsetzung, der vom Orontes im O und N umflossene Djebel el-Koseir, der die Verbindung des Djebel el-Akra' mit dem Nusairiergebirge herstellt, grösstentheils von den Fluthen des Miocänmeeres bedeckt, welche sogar die hochgelegenen Ostabfälle des Casius in dem Thal von Scheich Köi bespülten. Eine Wanderung quer über dieses Hochplateau von Antiochia, südlich nach Djisr esch-Schughr wird uns genügenden Aufschluss über die Natur der Miocänablagerungen gewähren.

Figur 2.



Längenmaassstab 1:100.000. Länge: Höhe = 1:5.

G = Serpentin
k = Harter, dichter Kieselkalk der Oberen Kreide.
m = Miocän.
p = Marines Unterpliocän.
D = Dolerit.

Steil über der Stadt Antâkîje (73 *m*) erhebt sich im SO (bis 500 *m* hoch) der Festungsberg Habîb en-Nedjâr, auf seinem Kamm die alte Stadtmauer Justinians mit den Resten der Befestigungsthürme tragend. An seiner Basis besteht er rings um die Stadt aus Serpentinmassen, über welchen die Steilwände der cretaceischen Kieselkalke folgen. Letzteren legt sich in der halben Höhe dieses Bergrückens tertiärer Kalkstein derart auf, dass eine scharfe Grenzbestimmung zwischen ihm und dem fossilarmen cretaceischen Kalk sehr erschwert wird. Steigt man vom Südende der heutigen Stadt neben der Stadtmauer längs einer Thalrinne aufwärts und überschreitet dann auf einer Brücke das Thälchen gegen SW, so befindet man sich bald auf Miocän, das durch allmälige Übergänge mit der Kreide verbunden ist. Zuerst erscheinen graue, gelblich verwitternde Kieselkalke, ähnlich denjenigen, welche wir schon beim Hinabstieg vom Djebel el-Akra' im Miocän oberhalb Schakil kennen lernten. Von den meist schichtungslosen Kieselkalken der Oberen Kreide unterscheiden sie sich — abgesehen von ihrer deutlichen Schichtung (Streichen in h. 8) — äusserlich nur durch die Hohlräume von spärlichen Schalthierresten und durch die Spuren von Nulliporen. Bei genauerer Prüfung erkannte ich:

Lithothamnien.

Abdrücke von *Heterosteginen*, theils denselben wie in Seleucia Pieria mit 8 *mm* Durchmesser und $2^1/_2$ bis 3 Umgängen; theils grösseren von 21 *mm* Durchmesser.

Pecten pusio Penn.

Pecten sp.

Bald aber treten auch Bänke von typischem Nulliporenkalk auf, vollkommen identisch mit denen von Seleucia Pieria und des Wiener Leithakalkes mit:

Pecten Besseri Andrz.

Pecten scabrellus Lam.

Über diesem Grobkalk lagern auf dem weiteren Wege in einem kleinen Thalkessel bei c. 190 *m* Meereshöhe graugrüne weiche Mergel und Thone, wechselnd noch mit einigen härteren Kalkbänken. Sie stehen in

der Facies den Tegeln von Baden am nächsten und enthalten wie diese kleine Einzelkorallen und Schnecken, deren weisse Schalenreste zum Theil noch erhalten sind:

Acanthocyathus? sp.
Natica helicina Brocc.
Buccinum aff. *semistriatum* Brocc., mit schwachen Querwülsten auf der letzten Windung.

Hinter diesem kleinen Miocänbecken führt der Weg durch ein enges, in den cretaceischen Kieselkalk eingeschnittenes Thälchen aufwärts. Erst wo letzteres sich erweitert, treten wieder abwechselnde Schichten von lockerem, mergeligem Grobkalk, Kalkconglomerat, Breccie und graugrünen Mergeln auf. Die kalkigen Bänke enthalten überall *Pecten Besseri* Andrz. So erreicht man auf miocänem Grobkalk die Wasserscheide (405 *m*) zu dem ersten, nach W zum Orontes sich wendenden Flüsschen Nahr el-Fuwâr(?). Das rechte Gehänge dieses Thales besteht aus Schichten einer buntfarbigen Breccie, Nagelflue oder Conglomerat von meist eckigen verschiedenartigen Gesteinsbruchstücken des Kreidegebirges, Grünsteinen (Serpentin, Gabbro etc.), Feuerstein, Kalk, Mergel, welche durch reichliches, graues, mergeliges Cement verbunden sind. Die Grösse der Fragmente oder Gerölle ist schichtenweise verschieden und wächst bis zu 2′, anderseits wird die Breccie feiner und geht durch Vorwiegen des Cementes allmälig in Grobkalk über.

Der folgende Anstieg auf dem linken Uferabhang des Nahr- el Fuwâr (?) bietet uns eine getreue Wiederholung des Bildes, das wir im S von Antiochia betreffs der Gesteinsfolge gewannen. Zuerst erscheinen sehr verwitterte Serpentine, darauf mit steilerer Böschung cretaceischer Kieselkalk, dann Kalkbreccie in Grobkalk übergehend, wie auf der ersten Passhöhe und rechten Uferseite. Nach oben wechseln diese Miocänschichten mit Sandsteinlagen und reichen so bis zur zweiten Passhöhe von 515 *m*, über der sich noch ein 15 *m* höheres Plateau mit sandigen Schichten erhebt. Sandsteine und Mergelbildungen bedecken dann grösstentheils die Oberfläche der im S folgenden ausgedehnten Hochebene, welche nur von wenig Thälern durchfurcht ist, in denen dann die tieferen kalkigen Lagen des Miocäns blossgelegt erscheinen. Ein solches Thal ist der Oberlauf des kurzen aber wasserreichen Baches von Bêt el-Mâ, der parallel dem Nahr el-Fuwâr. südlich davon dem Orontes zuströmt. Nur oberhalb des Ortes Bêt el-Mâ dürfte sein Thal von miocänen Schichten grösstentheils gebildet sein. Anstehend wurden dieselben allerdings nicht beobachtet. Meine Schlüsse bezüglich der Beschaffenheit des Oberlaufes dieses Baches stützen sich wesentlich auf die zahlreichen Gerölle, die ich in seinem Bette bei Bêt el-Mâ oder in seinen jugendlichen Kalksinterabsätzen auffand. Diese Gerölle gehören, soweit sie fossilführend sind, zwei verschiedenen Gesteinsarten an. Die eine ist ein dunkelgrauer kieseliger Kalk mit Steinkernen und Abdrücken:

Bryozoen, sehr häufig.
Pecten pusio Lam.
Siliquaria anguina Linn.

Der Block wurde unweit ʿAin Djarmûz als Einschluss aus dem diluvialen Süsswassertuff geschlagen, der die ganze hügelige Terrasse im N von Bêt el-Mâ einnimmt und allem Anschein nach hauptsächlich dem früher noch wasserreicheren Bach von Bêt el-Mâ seine Entstehung verdankt.

Häufiger ist ein weisser, auch grünlich- oder gelblichweisser, rauh sich anfühlender, mergeliger Kalk, bald härter, bald weicher, mit Schalen von Austern und Pectiniden und Abdrücken anderer Mollusken. Hievon liegen mir zahlreiche Handstücke vor, theils dem quartären Kalktuff von Bêt el-Mâ und ʿAin Djarmûz, theils Gartenmauern in Bêt el-Mâ oder herumliegenden Blöcken entnommen.

Die reichhaltige Fauna setzt sich in folgender Weise zusammen:

Heterosteginen, häufig.
Ostrea cochlear Poli, häufig.
Pecten cristatus Bronn sp., häufig.
Pecten scabrellus Lam., häufig.
Pecten caralitanus Mcn.? Fragment.
Leda cf. *nitida* Brocchi.
Axinus sp.
Cardium edule L.
Cardium discrepans Bast.
Solecurtus strigillatus L.

Fusus Schwartzi Hoern.
Fusus sp.
Turritella communis Risso, häufig.
Turritella turris Bast.
Scalaria lanceolata Brocchi?
Pleurotoma sp.
Cerithium sp.
Xenophora cumulans Brongn.
Fissurella italica Defr.
Fischzahn.

Die Faunula erinnert in mancher Hinsicht an diejenige der sandigen Mergel von Steinabrunn und Grinzing im Wiener Becken.

An dieser Stelle möge noch erwähnt werden, dass sich in der Luschan'schen Sammlung im Berliner Museum für Naturkunde Exemplare von *Pecten caralitanus* Men. (= *P. Besseri* Hoern.) und *Strombus* cf. *coronatus* Defr. mit der Fundortsangabe Bêt el-Mâ befinden. Das Gestein der zwei *Strombus*-Steinkerne entspricht vollkommen meinen Kalkmergeln von ed-Djennâr am Orontes mit *Strombus coronatus*. Wenn ich eine mündliche Angabe von Herrn Dr. v. Luschan richtig verstanden habe, sind genannte Miocänfossilien im NO von Bêt el-Mâ gesammelt worden.

Auch Ainsworth hat schon im S von Antiochia (?auf einem anderen Wege längs der alten Römerstrasse über Scheich köi nach Laodicea) in dem nächsten Thale („the next valley") fossilführende mergelige Kalksteine, seine Conide limestones, angegeben. Sie sind überlagert von Kalkbreccien, diese von einem cavernösen kieseligen Kalk, ähnlich dem Meulière von Paris. Der kieselige (?) Kalk könnte wohl mit dem von mir in grosser Ausdehnung gesehenen Süsswasserkalktuff identisch sein. Weiter südwärts, vermuthlich östlich oberhalb Bêt el-Mâ sollen niedrige Hügelreihen mit flachen Gipfeln erscheinen, gebildet von weichem Muschelkalkstein, der auf Mergeln und Breccien aufruht. Von Versteinerungen werden zahlreiche Echiniden, Austern, Pectiniden, Cardien, *Venus, Donax, Lucina, Tellina, Cerithium, Pyrula* genannt. „An dem Passe hinter Bêt el-Mâ (? zum Nahr Blendjâr oder Nahr ez-Zau) folgen dem Conide limestone rothe und weiss gefärbte Kreidebreccien, wechselnd mit Kreidemergeln." Der Nahr Blendjâr, in seinem Oberlauf auch Nahr ez-Zau, im Unterlauf Nahr Bawerde genannt, ist der wichtigste und längste Fluss im Djebel el-Koseir, entwässert dieses Tafelland-Erosionsgebirge nach NO und mündet oberhalb Djisr el-Hadîd. Sein Lauf scheint mir bis jetzt am richtigsten auf Rey's Carte du Nord de la Syrie, Paris 1885 eingetragen zu sein. Der von SSW nach NNO gerichtete Oberlauf kann als ungefähre Scheide zwischen den Ausläufern des Casius oder Djebel el-Akra' im W und dem Djebel el-Koseir im O betrachtet werden. Hier führt die alte Römerstrasse Antiochia—Laodicea aufwärts, welche von Pococke und (?) Ainsworth begangen wurde. Dass diesem Flusssystem auch die Quelle Zoiba, welche Pococke und Ainsworth erwähnen, angehört, möchte ich nur vermuthen. Noch am Dorfe Scheich Köi, nahe der Quelle des Flusses, „sieht man die kreideartigen Mergel (des Miocäns?) zu Tage gehen".[1] Hier am O-Rande des Casius-Systems würden demnach die Miocänbildungen schon viel höher aufsteigen als an dessen Nordrand.

Wenn man sich auf dem Wege von Antiochia nach Djisr esch-Schughr gegen SO wandernd und die Quellen des Baches von Bêt el-Mâ zur rechten (westlich) lassend, dem Mittellaufe des Nahr Blendjâr nähert, so erscheinen in seinen linken Seitenthälern versteinerungführende Miocänkalke aufgeschlossen, wechselnd mit lockeren Mergeln. Diese Kalke enthielten an einem Brunnen unweit des Dorfes Fadikîje:

Foraminiferen (Milioliden)
Napfförmige Bryozoen der Familie der Selenariiden *(Lunulites)*
Pecten aduncus Eichw.
Pecten syriacus n. sp.[1], Fragment
Lithodomus sp.
Arca sp.
Pectunculus sp., häufig
Astarte sp.
Cardium echinatum Linn.[2]
Cardium sp.
Venus multilamellata Lam.
Lucina columbella Lam.
Natica sp.

[1] Russegger, S. 433.
[2] Vergl. Paläontol. Theil dieser Arbeit.

Turritella communis Risso var. *ariensis* Fontannes: Invertébrés du bassin tertiaire du Sud-Est de la France, I. Gastr. p. 199, t. 11, f. 3—4. — Umgänge nur schwach gewölbt. Drei Hauptkiele, ausserdem zahlreiche, feine Spirallinien.

Vermetus sp.

Rissoa sp.

Cerithium vulgatum Brongn.

Cerithium sp. 3 *mm* hoch. Gehäusewinkel 12 bis 15°. 7 Umgänge, flach mit 6 körnigen Spiralreifen bedeckt. Naht vertieft.

Murex cf. *Sandbergeri* Hörn.

Pleurotoma Vauquelini Payr.

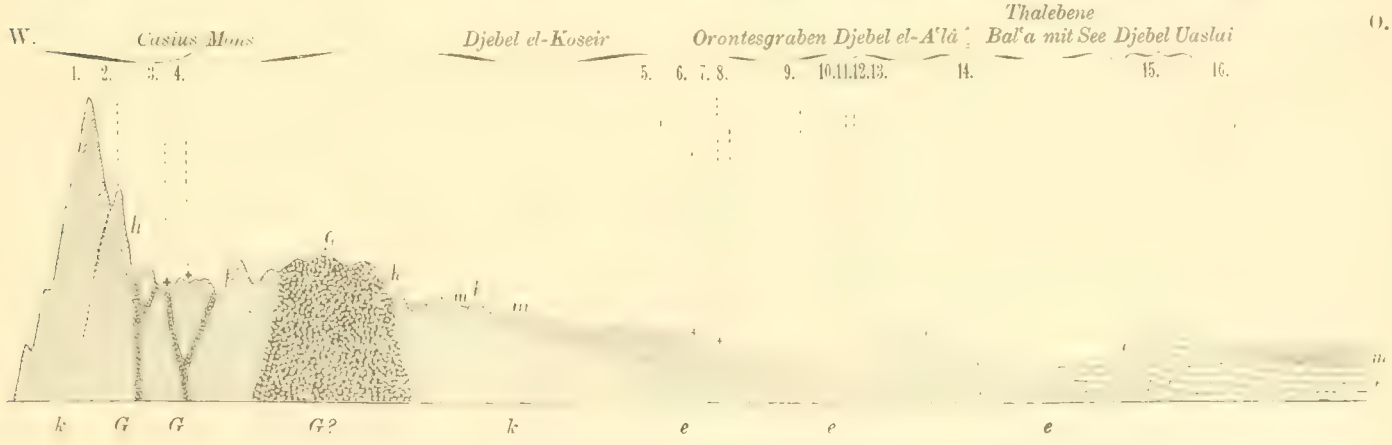
Das weissliche, reine Kalkgestein enthält zahlreiche Oolithkörner eingestreut, wie der untere fossilführende Kalk von Chaderbek. Sonst gleicht es mehr dem Kalk mit *Pectunculus* im N des Djebel el-Aḳra' oberhalb Mijadûn.

Nach dem Überschreiten des Nahr Blendjâr (bei 240 *m* Meereshöhe) findet man Platten von schmutzig grünlich-grauem breccienartigem Kalkstein mit zahllosen, kleinen Einschlüssen von Gesteinstrümmern. Ein grösseres abgerundetes Gerölle von Eocänmarmor mit Nummuliten war oberflächlich mit kleinen Austern und *Balanen* besetzt. Von hier stammt auch eine *Ostrea Virleti*. Miocänbildungen halten nun auf dem weiteren Wege ununterbrochen an bis el-Ia'ḳûbîje am Westrande der Orontes-Thalebene und bedecken, im Allgemeinen in horizontaler Lagerung, ebenso wie nördlich auch südlich vom Nahr Blendjâr das durchschnittlich 400—500 *m* hohe Tafelland des Djebel el-Koseir, welches von grabenartigen, steilwandigen Thälern durchfurcht wird. Vorherrschend sind weisse, körnige Kalkmergel, oft in gleichmässig dicken Platten geschichtet, und graue, lehmig sandige Mergel, welche mit einander abwechseln. Fossilien wurden darin nicht weiter bemerkt.

Ainsworth[1] erwähnt an den Hügeln im NW von Djisr esch-Schughr das Vorkommen von Gyps zusammen mit Mergeln, die möglicherweise ebenfalls miocänen Alters sind.

Fig. 3.

1. Djebel el-Akra' 1567 m. 2. Quelle 1180 m. 3. Desturije. 4. Jarde. 5. Plateau 454 m. 6. ez-Zakije. 7. el-Ja'kûbîje. 8. Gebirgsfuss 300 m. 9. 285 m. 10. Orontes bei Hammâm Schaich Isa 127 m. 11. 201 m. 12. 200 m. 13. 152 m. 14. 270 m. 15. 171 m. 16. Edlib 434 m.



Profil von der W-Seite des Djebel el-Aḳra' nach O bis zur nordsyrischen Wüste bei Edlib.
Längenmaassstab 1:400.000. Länge: Höhe = 1:5.

G = Grünstein, Serpentin, Gabbro etc.
k = Harte Kieselkalke mit *Nerineen* der Oberen Kreide (Turon?).
e = Eocänkalke.
m = Miocän.

Die directe östliche wie westliche Umgebung von Djisr esch-Schughr weist keine sicheren Spuren von Miocän mehr auf. Vermuthlich erstreckt sich die Miocänbucht nicht mehr so weit, sondern fand schon etwa am heutigen Nahr el-Abjad die südliche Grenze ihrer Verbreitung. Der Boden der Grabensenke des mittleren Orontes-

[1] L. c. S. 211.

thales selbst dürfte höchstens nördlich von der Mündung des Nahr el-Abjad aus Miocänbildungen zusammengesetzt sein. Zwischen el-Ia'ḳûbîje am Rande des Koseir-Plateaus und Hammâm Scheich Isa, dem Schwefelbad und der Mühle an einer Überfahrtsstelle über den Strom, sah ich abwechselnd massige Kalke, weiche gelbliche Mergelkalke mit *Pecten*, röthliche porphyrähnliche Kalkbreccien und weisse harte Dolomite. Die Grenzbestimmung zwischen den massigen Eocänkalken des Djebel el-A'lâ und dem Miocän hat hier, wo letzteres vorherrschend kalkig ausgebildet ist, ebenso auch in den östlichen Theilen Nord-Syriens, ihre nicht geringen Schwierigkeiten, da namentlich die Eocänkalke nur sehr spärlich charakteristische Fossilreste (kleine *Nummuliten*) enthalten, andererseits sich oft in gleicher Weise wie die Miocänkalke durch Nulliporenführung auszeichnen.

4. Das untere 'Afrîn-Becken.

Drang das Miocänmeer auch längs des heutigen Oronteslaufes allem Anscheine nach nicht weiter gegen S vor, so fand es doch von seinem Haupt- und Centralbecken, der Niederung el'Amḳ zwischen Djebel el-Koseir, Amanus, Kurdengebirge und Djebel el-A'lâ aus, einen bequemen Weg nach O in dem damals schon vorgebildeten Thal des unteren 'Afrîn in der geraden Verlängerung des unteren Orontes-Thales. Hier und im weiteren Innern Nord-Syriens sieht man das Obermiocän vielfach in directer Berührung mit (miocänen) Balsalten und Basalttuffen, deren Hervorbrechen die grosse Marinperiode der zweiten Mediterranstufe eingeleitet zu haben scheint. Diese ganze Gruppe zeitlich zusammengehöriger Basalte hat ein häufig wiederkehrendes gemeinsames Merkmal, concentrischschalige Absonderungsform. Das erste besonders beachtenswerthe Vorkommen finden wir auf dem linken südwestlichen Ufer des mittleren 'Afrîn nordwestlich von dem Chân Bairam Oghlu an der Landstrasse nach A'eppo südlich von Katma. Die hier auf senonen Kreidemergeln ruhenden Basalte gehen in Tuffe über, reich an Kalkspathadern und ganzen, kalkig sandigen Zwischenlagen. Basalt und Basalttuffe sind bedeckt von horizontalen Bänken groben Conglomerates, dann Sandstein und feinem röthlichem kalkigem Conglomerat oder Breccie mit vielen kleinen eingestreuten dunklen Gesteinsbrocken ähnlich wie in dem Gestein vom Ufer des Nahr Blendjâr mit *Ostrea Virleti*. Diese in Grobkalk übergehende Breccie enthielt von Fossilien nur unbestimmbare Reste von Austern sowie kleine schlechte Exemplare von *Pecten syriacus* n. sp.[1] und *Pecten opercularis* L. ? Sie bildet in einer Meereshöhe von 620 *m* die Oberfläche eines Tafelberges auf der Südseite des nördlichsten Punktes der Landstrasse Iskenderûn-Aleppo von deren Umbiegung aus NO in SO-Richtung. Wenig östlich von Katma sah ich bei 647 *m* Meereshöhe ebenfalls neben Basalt einen gelbweissen, weichen, schiefrig sandigen Mergelkalk mit:

Schizaster sp.
Vola cf. *Josslingi* Sow., aber noch stärker gewölbt
Cardita ? sp.
Cardium sp.
Tellina cf. *compressa* Brocc.
Thracia papyracea Poli;

ferner schlechterhaltene Steinkerne, die vielleicht zu:
Erycina sp.
Lucina Sismondae Desh.
Venus multilamellata Lam.
Cytherea sp.
Psammobia sp. gehören könnten.

Man hat es hier mit einer Facies zu thun, welche derjenigen der Sandablagerungen im Wiener Becken bei Eggenburg, Grund, Nieder-Kreuzstätten, Gross-Russbach und Pötzleinsdorf nahe kommt. Wären diese bei der äusserst mangelhaften Erhaltung nur unsicheren Bestimmungen der Bivalven alle richtig, so würde die meiste Wahrscheinlichkeit für den Horizont (oder die Facies?) von Grund und Nieder-Kreuzstätten sprechen, wo die genannten Fossilien fast alle sich vorfinden, einige aber wie *Thracia papyracea*, deren Bestimmung relativ am sichersten ist, mit Vorliebe auftreten. Das Gestein stimmt auffallend überein mit jenem oben erwähnten, rauhen, mergeligen Kalke von Bêt el-Mâ mit *Heterosteginen*, sowie *Ostrea cochlear*, *Pecten cristatus*, von dem häufig lose Blöcke im Thal von Bêt el-Mâ durch den Bach transportirt herumliegen.

[1] Vergl. Paläontol. Theil.

In Jadile, einem Dorfe an einem linken Zufluss des ʿAfrîn unweit des Weges Bairam Oghlu-Killiz, fand ich in einem weissen dichten harten Kalkstein:

Operculinen sehr zahlreich
Clypeaster sp. klein
Vola aff. *aduncu* Eich.

Westlich von Killiz sind unter 670 *m* Meereshöhe ähnliche tuffartige Bildungen wie südlich Katma. Der Basalt mit kugeligen, concentrisch schaligen Absonderungen, auf dem ein Theil der Stadt Killiz selbst erbaut ist, geht direct ausserhalb der Stadt über in dunkle, bräunlich gefleckte oder hellgrüne Tuffe und Konglomerate mit basaltischen Trümmern, Kreidekalkbruchstücken, Chalcedon und Hornsteinkieseln. Diese Bildungen sind reichlich durchzogen von Kalkspathadern. Sie wechsellagern mit lehmigen Schichten, welche viele graue Kalkkonkretionen enthalten, und einem eigenthümlichen, rauhen, lockeren Kalksandstein. Derselbe besteht aus lauter groben Körnern von Kalkspath, vermischt mit anderen Gesteinsbrocken, die nur lose durch ein Bindemittel von krystallinischem Kalk zusammengehalten werden. Wenn man diese petrefactenfreien Gebilde bei der grossen Ähnlichkeit sowohl der Basalte als der Tuffe etc. mit den südlich Katma beobachteten Gesteinen noch dem Miocän zutheilt, so hätten wir nun mit Killiz den äussersten uns bekannten nördlichen Punkt in der Verbreitung miocäner Ablagerungen in Syrien erreicht.

5. Das innersyrische Miocänbecken am Ḳuweiḳ in der Umgegend von Aleppo.

Das ganze Kurdengebirge im NW des ʿAfrîn, zumeist aus eocänen Schichten aufgebaut, blieb von dem Miocänmeer unbedeckt, das hingegen im SO des ʿAfrîn eine bedeutende Ausdehnung gewann. Die angenommene schmale Meerenge des unteren ʿAfrînthales erbreiterte sich spätestens ungefähr bei Ḳalʿat Basût, da wo der zuerst nordsüdliche Lauf des ʿAfrîn zu einem westöstlichen umbiegt. Von der Linie Ḳalʿat Basût-Katma-Killiz aus erstreckte sich das Meer sicherlich weit gegen SO und O über ʿAzaz bis zum Ḳuweiḳ, der in der ganzen unteren Hälfte seines Laufes über Aleppo bis zum See el-Match mindestens auf dem rechten Ufer von Miocänschichten begleitet sein mag. Ainsworth lässt seinen Conide limestone, der mit unseren Miocänkalken im Wesentlichen identisch ist, bis nahe zum Sadjûr Su sich verbreiten. Auf meiner Route Aleppo-Biredjik konnte ich Miocän nur bis etwa 12 *km* nordöstlich Aleppo verfolgen, die weitere Ebene nordöstlich bis zum Euphrat nehmen Eocän- und Kreidekalke ein. Ainsworth führt aus diesem (Miocän-) Kalkstein der Ebene von Nordsyrien ohne genauere Bezeichnung des Fundpunktes folgende fossile Gattungen an: *Ostrea, Cardium, Cytherea, Lucina, Fusus, Pyrula, Conus, Voluta*. Leider kann ich diese Liste nicht vervollständigen, da die zahlreichen von mir in Aleppo und südwestwärts davon aufgesammelten Conchylien- und Korallenreste durch Verlust einer in Aleppo abgeschickten Kiste abhanden gekommen sind. Bei oder in Aleppo liegen die kalkigen Miocänbildungen wie bei Katma horizontal über Basalt oder Tuffen, die im Thale des Ḳuweiḳ auf dem linken Ufer unmittelbar im W der Stadt aufgeschlossen sind.

An einer gegen NW gerichteten Krümmung des Flusses sieht man:

zu unterst: 1 *m* röthlich gelben Thon, wohlgeschichtet (vulkanisches Verwitterungsproduct?),
dann: schwärzlichen oder violetten Tuff und mürben Basalt. Gegen oben ist der Tuff geschichtet, von röthlichen und grauen Kalkadern durchzogen und schliesst Kalksteinstücke ein.
Mürbe kalkige Schichten mit Einschlüssen von Tuffbrocken.
Kalk, theilweise erdig mergelig, theilweise krystallinisch.

An einer zweiten Stelle im NW der Stadt wurden beobachtet:

unten: Vulkanischer Tuff,
darüber: Kalk, oft röthlich mit Tuffeinschlüssen c. 0.50 *m*.
Marmorkalkbank 2 *m*.

Die Marmorschichten springen über den unteren mürben Kalk- und Tufflagen in der Regel vor und bilden so natürliche Grotten. Diese härteren Kalklagen enthalten mitunter zahlreiche Versteinerungen, aber nur als

Steinkerne und Abdrücke, unter denen ich damals glaubte, *Ancillaria glandiformis,* eine in Europa häufige Art der zweiten Mediterranstufe, zu erkennen. Belegstücke liegen mir leider nicht mehr vor.

Die Mächtigkeit der Kalkschichten beträgt am Ḳuweiḳ 3—6 *m*, im N der Stadt aber in den dortigen ober- und unterirdischen Steinbrüchen 10 *m*. Hier wechseln weisse harte Kalke und gelbweisse weichere Mergelkalklagen ab. Die Beobachtung Russegger's,[1] dass der Kalk von Aleppo auf Lagern und als Kluftausfüllung sehr viel faserigen Gyps enthält, kann ich nicht bestätigen. Adern von Kalkspath bemerkte ich hingegen sehr häufig. Die regelmässige Auflagerung des Grobkalkes auf den basaltischen Gebilden, der durch Zersetzungsproducte des Basaltes vermittelte Übergang und das Fehlen jeglicher Störung in der horizontalen Lagerung der Kalkdecke beweist das frühere Hervorbrechen der basaltischen Massen hier wie bei Katma und Killiz. Russegger,[2] der auch im W von Aleppo am Wege nach Antiochia Beobachtungen anstellte, fand unter dem Basalt als ältestes oberflächliches Gebilde einen „grünen Thon und Lehm, meist sehr sandig, so dass er stellenweise in einen förmlichen Sandstein übergeht. Dieser Thon muss sehr von der thonigen Masse unterschieden werden, welche durch gänzliche Verwitterung und Auflösung der vulkanischen Gebilde entsteht", und wozu auch der in obigem Profil am Ḳuweiḳ erwähnte Thon unter dem Basalttuff gehören mag. „Wo die vulkanische Masse in Berührung mit dem unteren Thone steht, sieht er wie eine gebrannte schlechte Ziegelmasse aus und hat an Festigkeit bedeutend gewonnen. Auf der Strasse von Aleppo nach Antiochia" erkennt man nach Russegger's Schilderung an zwei Stellen sehr deutlich, dass die vulkanische Masse auf dem Thone abgelagert und später erst vom Grobkalk bedeckt wurde. Im Gegensatz dazu steht ein anderes vereinzeltes Vorkommniss, von dem Russegger eine Abbildung gibt, wo basaltische Masse auch noch in den Grobkalk eingedrungen ist, ohne denselben ganz zu durchbrechen.

6. Die miocänen Basalte im Innern Nord-Syriens.

Wir haben mehrfach Gelegenheit gehabt, die Miocänbildungen Nordsyriens in directer Berührung mit Basalten zu sehen, respective mit deren Tuffen und Zersetzungsproducten. Ein Vergleich von Gesteinsproben einer grösseren Anzahl von Basaltvorkommnissen des inneren Nordsyrien ergibt auch eine unverkennbare petrographische Ähnlichkeit, auf die ich hier nicht näher eingehen kann. Stellt man diese Basaltpunkte soweit bekannt, auf einer Karte [3] zusammen, so zeigt sich eine Anordnung in mehreren Reihen mit der Hauptrichtung SW—NO parallel den Faltengebirgszügen des Taurussystems und seiner südöstlichen Aussenfalten. Ob die Eruptionen auf diesen SW—NO Spalten freilich alle nahezu gleichzeitig und vor Abschluss der Miocänperiode erfolgten, bleibt wohl noch lange eine offene und, bei dem Mangel posteocäner Ablagerungen in vielen Theilen Syriens, schwer zu entscheidende Frage. Diesem System von Basaltergüssen auf SW—NO Spalten möchte ich vorläufig drei Glieder zutheilen. Zunächst zieht von Kyrrhos im Kurdengebirge eine Reihe von Vorkommnissen südlich an ʿAintâb vorbei bis zum Unterlauf des Merziman Tschai, einem Nebenfluss des Euphrat. Die Basalte haben hier überall die Eocänschichten des Kurdengebirges durchbrochen. Eine zweite Kette erscheint in dem Thal des unteren ʿAfrîn bei Kefr Petza, Djisr el-Afrîn und streicht dann längs des angenommenen NW Randes des Miocänmeeres, respective dem SO Rand des Kurdengebirges über Chân Bairam Oghlu, Kefr Maz, Katma nach Killiz. Auf dieser Linie habe ich nicht weniger als 10 zerstreute Basaltpunkte verzeichnet. Stets hat der Basalt die Kreideschichten durchbrochen und wird von Miocän bedeckt. Ein dritter Parallelzug zieht sich von Tell Adjâr (an der grossen Landstrasse nordnordwestlich Aleppo) und Tell Rfâd über den Ḳuweiḳ nach Tell ʿAr, Djowanbagh, Anaschi und Kal Oghlu zum Sadjûr Su. Das Basaltvorkommen von Aleppo könnte als der bis jetzt allein bekannte Eruptionspunkt einer vierten Parallelspalte aufgefasst werden. Die übrigen Basalte

[1] L. c. S. 432.

[2] L. c. S. 453 und 454.

[3] Zur Verfolgung der in dieser Arbeit beschriebenen Miocänvorkommnisse u. s. w. verweise ich auf meine demnächst erscheinende geognostische Kartenskizze von Nord-Syrien im Maassstab 1 : 500000 in: Grundzüge der Geologie und physikalischen Geographie von Nord-Syrien. Berlin 1890. Verlag von R. Friedländer.

Nordsyriens dürften wohl zum grossen Theile (vielleicht mit Ausnahme der älteren Basaltdecke des Übergusstafellands Djebel el-Aʿlâ bei Selemîje und der Basalte des Djebel el-Bâra bei Hsârîn) jüngeren postmiocänen Alters sein.

7. Das Becken von Edlib.

Nach dieser Abschweifung bleibt uns noch übrig, die Grenze des innersyrischen Miocänbeckens von Aleppo nach O, S und W, soweit es möglich ist, zu bestimmen. Für die Gegend im O und SO von Aleppo zum Salzsee es-Sabbakha fehlen leider jegliche Nachrichten. Es bleibt daher ungewiss, wie weit sich auf diesem Wege das Miocänmeer dem Euphrat näherte oder ihn gar überschritt. Nach SW dehnte sich dasselbe auf der rechten Seite des Ḳuweiḳ von Chân Tumân aus anscheinend über die Wüste von Maʿarret el-Akuân, Sermîn und Edlib bis an den Osthang des Djebel Uaslai, welcher letztere, aus Eocänkalk(?) aufgebaut, die Niederung von Edlib von der Grabensenke er-Rûdj oder Balʿa trennt. (Vergl. Profil 3). Kalke und Mergelkalke sind das überall herrschende Gestein in dieser einförmigen Wüste. Pectiniden und Knollen von asträoidischen Korallen kommen darin zuweilen vor. Im N scheinen Miocänkalkbildungen sich noch an die östlichen Ausläufer des im wesentlichen eocänen Djebel el-Aʿlâ in der Umgebung von Armenas anzulehnen. Wenigstens führt Ainsworth von Armenas seinen *Supracretaceous* oder *Conine limestone* an, den wir sonst in den meisten Fällen als miocän erkannten. Ob aber dieser „Konnitenkalkstein von Armenas" Russegger's[1] mit den Miocänbildungen des Djebel el-Koseir auf dem linken Orontesufer in directem Zusammenhange stand, wie Russegger geneigt ist anzunehmen, also hier über den Djebel el-Aʿlâ hinweg eine Verbindung des Meeresbeckens von Edlib-Aleppo mit dem des unteren Orontes stattgefunden habe, scheint vorderhand noch zweifelhaft und der Bestätigung bedürftig. Der auf den Djebel el-Aʿlâ östlich folgende Djebel el-Barîscha und der über 800 *m* hohe Djebel Scheich Barakât oder Semʿan (Berg des Simon Stylites) könnten als die nördlichen Grenzen der Bucht von Edlib-Maʿarret el-Akuân gelten. Nach der vorläufigen Ansicht des Verfassers würde das Gebiet der letztgenannten Gebirgszüge Djebel et-Aʿlâ, el-Barîscha und Scheich Barakât, entweder als eine lange zusammenhängende Halbinsel, beiderseits von den Fluthen des Miocänmeeres umspült, oder wenigstens als eine Reihe von Inseln in dasselbe hineingeragt und dadurch das grosse Becken des unteren Orontes, der el-ʿAmḳ-Niederung und des unteren ʿAfrîn von dem zwischen Aleppo und Edlib getrennt haben. (Vergl. Profil 3).

B. Das marine Ober-Miocän von Tarâbulus.

Historischer Rückblick.

Das Miocänvorkommen in der Umgegend von Tarâbulus ist zuerst durch Fraas[2] bekannt geworden, dem wir bereits eine ausführliche Beschreibung desselben und die Aufzählung einer ganzen Reihe von Fossilien verdanken. Im Betreff des Alters kommt Fraas zu dem Schlusse: „Alle diese (aufgezählten) Fossilien gehören unbestrittenermassen dem älteren Miocängebirge an und entsprechen ungefähr der tongrischen Stufe Mayers", welch' letztere nach heutiger Auffassung übrigens eine Abtheilung des Oligocäns bildet.

Diener,[3] der ebenfalls diese Localität besuchte, fügt keine neuen Daten hinzu, sondern bestätigt nur die Mittheilungen seines Vorgängers. Doch scheinen ihm dieselben bezüglich des Alters der Schichten „nicht ausreichend, um die Vermuthung, dass die Tertiärbildungen als Äquivalent der ersten Mediterranstufe zu betrachten seien, zur Gewissheit zu erheben."

[1] L. c. S. 431—432.

[2] Geologisches aus dem Libanon. Württemb. naturw. Jahresh. 1878, S. 359—361.

[3] Libanon, S. 49, 80 und 402.

Beschreibung der geologischen Verhältnisse.

Die Miocänbildungen bei Tarâbulus beschränken sich nicht auf den eigentlichen Djebel Terbol oder Tarâbul, sondern erstrecken sich bis zur Mündung des Nahr Kadîscha. Sie bilden den Untergrund der niedrigen, flachen Tafel im O von Tarâbulus vom Unterlauf des Nahr Kadîscha bis zu dem des Nahr el-Bârid, vielleicht sogar (vergl. Diener's geologische Karte von Mittelsyrien) bis zum Nahr el'Arḳa. Auf dieser breiten Küstenterrasse erscheint der 635 *m* hohe Djebel Terbol förmlich wie aufgesetzt. An dem 40 *m* hohen Steilabfall dieser Tafel zum Kadîscha-Thal unmittelbar bei Tarâbulus zeigen sich die Miocänschichten bereits aufgeschlossen. In dem oberen Theil dieses Abhanges im O der Stadt auf dem Wege zum Terbol sah ich graugelbliche Mergelkalke in Bänken bis zu 40 *cm* Dicke reich an bräunlichen Steinkernen von:

Arca sp.
Lucina multilamellata Lam., häufig
Cardium cf. *edule* L.
Cardium hians Brocchi
Cardium turonicum May., häufig
Tapes vetula Bast.
Tapes sp. cf. *Basteroti* Desh., aber ohne Radialstreifen auf der Oberfläche
Venus islandicoides Lam.??
Venus multilamellata Lam., häufig
Tellina strigosa Gmel.
Mactra turonica May., häufig
Cardilia Deshayesi Hoern.
Corbula carinata Duj.
Turritella sp. [1]
Chenopus pes pelecani Phil.
Pyrula cornuta Ag.?
Pyrula reticulata Lam.

Die Miocänschichten besitzen hier eine Streichrichtung in h. 2 und ein Einfallen unter 16° nach NW.

Auf der Oberfläche des folgenden ebenen Plateaus treten die Miocänschichten unter der mächtigen Ackerkrume und unter jüngeren Kalktuffabsätzen zunächst nicht zu Tage. Erst am S-Fusse des Terbol stellt sich der Miocänkalk mit einem ostwestlichen Streichen und südlichen Einfallen ein. Die Streichrichtung biegt indessen bald in eine südnördliche um, welche im eigentlichen Djebel Terbol meinen Beobachtungen zufolge vorherrscht (im Gegensatz zu Fraas' Angaben). Eine genügende Erklärung für den interessanten Gegensatz gegen die Streichrichtung des benachbarten Libanon und seiner cretaceischen Schichten dürfte erst eine genauere Aufnahme an Ort und Stelle ermöglichen. Die Schichten des Miocäns fallen, soweit ich beobachten konnte, besonders auf der Ostseite des Terbol gegen O ein, also gegen den Libanon. Das ganze Bergmassiv besteht aus wechselnden Conglomeraten, Kalken und Mergeln. Die Conglomerate beschränken sich übrigens nicht auf die tiefsten Lagen, wie man nach Fraas Darstellung vermuthen könnte, sondern treten auch mitten zwischen Kalkbänken auf. Sie bestehen aus theilweise nur lose verkitteten Geröllen cretaceischer Gesteine, Marmore und Dolomite. Aus dieser „Kreidenagelflue" vom Djebel Terbol könnte ein Handstück der Fraas'schen Sammlung in Stuttgart herrühren, welches neben zweifellosen Rudistenresten eine Auster enthält, die Fraas l. c. p. 361 als *Ostrea virgata* Goldf. anführt. Sie stimmt vollkommen mit einer Art der libanesischen und nordsyrischen Kreide überein, welche Conrad [2] als *Ostrea virgata* beschrieb und welche ich an anderer Stelle [3] *Ostrea directa* n. sp. genannt habe.

Aus den Kalken werden durch Fraas angeführt:

Korallen.
Clypeaster grandiflorus Bronn.
Clypeaster tauricus Desh.
Scutella subrotundata Lam.
Ostrea crassissima Lam. (= *Ostrea longirostris* Bast.)

[1] Vergl. paläontol. Theil.

[2] Conrad, The organic remains etc. in Lynch, Official Report of the U. St. Expedition to explore the Dead Sea and the river Jordan. Baltimore 1852, t. 1, f. 6—8.

[3] Blanckenhorn, Beiträge zur Geologie Syriens. Die Entwicklung des Kreidesystems in Mittel- und Nord-Syrien, mit besonderer Berücksichtigung der paläont. Verhältn. Eine geogn.-paläont. Monogr. Cassel 1890. Selbstverlag d. Verf. In Commission bei A. Friedländer, Berlin, S. 73, Taf. IV, Fig. 7.

Ostrea crassicostata Sow.
Pecten Besseri Hörnes (= *P. caralitanus* Men.)
Pecten aduncus Eichw.
Pecten elegans Andr.
Cardium hians Brocch.
Tellina planata Linn.
Turritella turris Bast.
Strombus Bonelli Brongn.
Haliotis volhynica Eichw.
Pyrula geometra Hörn.
Calyptraea chinensis Linn.

Zu dieser reichhaltigen Fossilliste kann ich noch eine weitere Ergänzung liefern. Zwischen den südlichen Vorhügeln des Djebel Terbol beobachtete ich einen schmutziggrauen Grobkalk mit bräunlicher Oberfläche, der zahlreiche, bräunlich gefärbte Steinkerne und Abdrücke von Mollusken, sowie Schalen von grossen Austern und Pecten enthielt.

Es waren:

Ostrea crassissima Sow.
Vola aduncа Eichw. ?
Lucina columbella Lam.
Lucina cf. *divaricata* Linn.
Cardita crassicosta Mich.
Cardium fragile Brocch.
Cardium edule L.
Cardium sp.
Cytherea sp.
Tellina Schönni Hörn.
Mactra turonica May.
Turritella communis Risso
Chenopus pes pelecani L.
Trochus aff. fanulum Gmel. [1]
Strombus Bonelli Brongn.
Strombus coronatus Defr.
Cypraea sp.
Nassa Haueri Mich. non Hörn. [1]
Murex sp.

Das Muttergestein dieser Fossilien gleicht gewissen Proben des Miocänkalkes von Fâdikîje im Djebel el-Koseir.

Anmerkung. In der Diener'schen Sammlung vom Libanon (in Wien) befindet sich ein sehr wohl erhaltener *Pecten scabrellus* Lam. mit der Fundortsangabe Râs esch-Schakka (südlich von Tarâbulus), angeblich aus dem dortigen weissen mergeligen Kreidekalk des Senons mit *Terebratula carnea* stammend. Genannte Art ist wohl der gemeinste und verbreitetste *Pecten* des syrischen Miocän, da er nicht allein mehrfach in Nord-Syrien, sondern auch in Beirût gefunden wurde. Sollten auch am Râs esch-Schakka Miocän- oder Pliocänschichten anstehen?

C. Das Miocän von Beirût.

Historisches.

Die tertiären Ablagerungen von Beirût wurden schon von Russegger [2] 1837 constatirt und kurz beschrieben: „Die den Feuerstein führenden Kalk" (Senon) des Râs Beirût und Dimitriberges „bedeckenden tertiären Ablagerungen trennen sich in zwei Hauptformen, in Sandstein mit Straten von Mergel, harten Thon und plastischen Thon und in einen sandigen, weissen Kalkstein. Erstere dürften wir als die ältesten (?) Schichten dieser tertiären Lagerungsfolge ansehen und sie vielleicht dem Braunkohlensandstein parallel stellen, letzterer charakterisirt sich als wahrer Grobkalk. Die Sandsteinstraten, welche mit dem Grobkalk wechseln, dürften entschieden jünger sein, als die dem System zu Grunde liegenden Sandsteine mit plastischem Thon, die dem feuersteinführenden Kalke unmittelbar aufgelagert sind."

Gaudry [3] betrachtet die „Mergel und Korallenkalke" von Beirût als Äquivalente seiner „miocänen weissen Mergel und Korallenkalke mit *Astraea Guettardi* und *Chenopus pes graculi* auf Cypern."

---

[1] Vergl. paläontol. Theil.

[2] Russegger, Reisen in Europa, Asien und Afrika. Stuttgart 1841, Bd. I, Thl. I, S. 427.

[3] Gaudry, Géologie de l'île de Chypre. Mém. Soc. géol. de France. 2e sér., VII, 1859, p. 176.

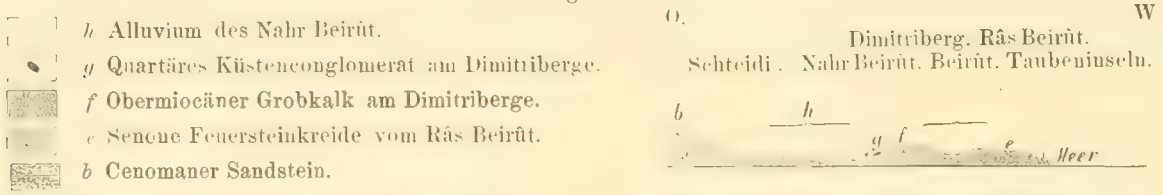
Diener[1] glaubt „die versteinerungsarmen Grobkalke und Mergel Beirûts den miocänen Clypeastridenkalken des Dschebel Tarâbul gleichstellen zu müssen."

Nur Lartet nimmt für dieselben ein jüngeres Alter in Anspruch.

Versteinerungen hat ausser Lartet, der einige Gattungen anführt, bis jetzt noch Niemand aus denselben nahmhaft gemacht.

Geologische Beschreibung.

Fig. 4.



Der obermiocäne Grobkalk von Beirût bedeckt den grössten Theil des Dimitriberges, d. h. des Hügels im O des eigentlichen Râs Beirût, auf dem die grösste östliche Hälfte der Stadt erbaut ist. Hier erstreckt er sich vom Gipfel des Berges nach N bis zur Küste, wo dieselbe im östlichen Theil der Stadt eine Einbuchtung bildet, und fällt in 5 *m* hohen Klippen steil zum Meere ab. An jener Stelle direct am Meere fand ich in dem Grobkalke *Dactylopora* sp.[2] und undeutliche Bivalvensteinkerne. Nach O zur Mündung des Nahr Beirût geht der Grobkalk mehr in gelbliche Mergel und Mergelkalk über. Vor der Brücke über den Nahr Beirût streichen die Mergelkalke, erfüllt mit *Porites*-Steinkernen, in hora $11^1/_2$ und fallen mit 25—30° gegen O. Auf dem O Abhang des Dimitriberges dagegen streicht der Grobkalk überall in hora $1^1/_2$—3 bei einem Einfallen gegen SO. Nur auf dem Gipfel des Hügels, wo sich kleine Steinbrüche in demselben befinden, liegt er ziemlich horizontal. (In Fig. 4 ist diese horizontale Lagerung der Grobkalkschichten auf dem Gipfel des Dimitriberges nicht besonders hervorgehoben.)

Die Petrefacten sind nur spärlich zerstreut und in sehr schlechter Erhaltung, bloss Steinkerne und Abdrücke. Die folgenden sind meist auf der halben Höhe des Hügels am NO Abhang gefunden worden:

Porites cf. *incrustans* Defr. sp.,[2] sehr häufig, an verschiedenen Stellen gesammelt
Solenastraea sp. cf. *manipulata* Rss.,[2] vom Gipfel des Dimitriberges
Membranipora bidens v. Hag. sp., häufig
Pecten scabrellus Lam.
Modiola costulata Risso
Ausgefüllte Wohnräume von *Lithodomen*
Arca sp.
Pectunculus sp. sp., häufig
Nucula sp.
Venus multilamellata Lam., häufig
Corbula gibba Ol., häufig
Fissurella italica Defr.
Turritella subangulata Desh.
Cerithium cf. *minutum* Serr.,[3] dieselbe Form wie im oberen Kalk von Chaderbek häufig.

Paläontologischer Theil.

Dactylopora sp.

Steinkern. Die 1 *mm* breite Kalkschale ist weggeführt und dafür der sie ausfüllende cylindrische Hohlraum erhalten. Dieser von nur 0·7 *mm* Breite ist regelmässig in Entfernungen von 0·3 *mm* mit Ringen von Körnern besetzt, welche den Anfängen der Canäle entsprechen, die von dem Centralcylinder zur Schalenoberfläche verliefen.

Vorkommen: Beirût, Grobkalk.

---

[1] Diener, Libanon, S. 49.
[2] Vergl. Paläontol. Theil.
[3] Vergl. Paläontol. Theil.

Porites cf. ***incrustans*** Defr. sp.

Der Grobkalk von Beirût und am Nordabfall des Casius Mons zeigt sich vielfach durchzogen von zartmaschigen Korallengebilden, die in mehreren Dünnschliffen sich als Reste von *Porites* cf. *incrustans* enthüllten. Freilich ist diese Koralle nicht in gewöhnlicher Weise, sondern, wie alle Fossilien im Miocänkalk von Beirût, negativ als Steinkern erhalten, indem alle Hohlräume zwischen dem zarten Gewebe des *Porites* ausgefüllt wurden mit Kalksubstanz und später allein übrig blieben. Die Koralle bildete unregelmässige Knollen und Rindenüberzüge, die aus deutlich über einander liegenden Schichten bestehen. Glückliche Schliffe lassen auch die Zellensterne wohl erkennen. Sie sind 1, 2 *mm* gross. Die Mitte erscheint bald als eine, um ein hohes Centrum gruppirte Körnermasse, bald ganz mit Kalk erfüllt. Die frühere Axe, welche jenem Centralhohlraum entspricht, scheint sehr fein gewesen zu sein. Die vorhandene Körnermasse nimmt den früheren Raum zwischen der sehr feinen Axe und denKronenblättern ein. Über die Beschaffenheit dieser letzteren, ob es scharfeckige Körner wie bei *P. incrustans* oder kleine höckerige Körner wie bei *P. leptoclada* Reuss gewesen sein mögen, lässt sich bei der schlechten Erhaltung nichts aussagen. Von diesem mittleren, meist körnigen Theil laufen zarte körnige Leistchen radial aus, welche den früheren Zwischenräumen zwischen den gekörnelten Septen entsprechen und ganz dasselbe Bild gewähren, wie auf den Querschnittzeichnungen von *P. leptoclada* und *incrustans* bei Reuss: Die fossilen Korallen des österreichisch-ungarischen Miocäns,[1] t. 17, f. 3*b*, 4*b* und 5*b* die schwarzen Partien zwischen den hellen Septen. Bald sieht man längere und kürzere Leistchen abwechseln, die letzteren nur vom Rande bis zur Mitte der Entfernung vom Mittelpunkte reichend; zuweilen erscheinen sechs, die schon an ihrem Ursprung nahe der Mitte sich spitzwinkelig gabeln und zum Rande verlaufen. Kurz, es sind wie bei *Porites incrustans* und *leptoclada* 11—14, in der Regel 12 dünne Septen vorhanden gewesen, deren eine Hälfte kürzer war. Sie zeigen sich durch die jetzigen Hohlraumlinien an. Die Begrenzung der Sternzellen ist undeutlich und verwischt.

Heliastraea sp.

Wohlerhaltener Abdruck oder Umhüllungspseudomorphose aus dem Kalk von Mreier bei Seleucia Pieria.

Zellen durchschnittlich 7 *mm* gross, vertieft. Rippen der benachbarten Zellen in directer Verbindung. Zwei Cyclen von je 8—14 Septen. Spongiöse Axe rudimentär.

Solenastraea ? sp.

Schlecht erhaltene Reste asträoidischer Korallen im Grobkalk von Beirût. Die 2 *mm* breiten längsgerippten Zellen sind in Folge Verwitterung der Exothek grossentheils isolirt und hängen nur an einzelnen Stellen noch zusammen.

Diese Korallenreste passen in der Grösse und Beschaffenheit der Zellen vollkommen zu einem abgerundeten Knollen von *Solenastraea* cf. *manipulata* Reuss., den ich mitten in mergeligen Pliocänsanden, zwei Stunden westlich Antiochia, auf dem rechten Orontesufer aufsammelte, wo er sich als deutliches Gerölle zweifellos auf secundärer Lagerstätte befand.

Pecten syriacus n. sp.[2]

13 *mm* hoch, 12 *mm* lang, rechte Schale für sich 2 *mm* dick. Stets klein, rundlich, wahrscheinlich fast gleichklappig, etwas ungleichseitig. Wölbung sehr schwach wie bei dem lebenden *P. opercularis*. Oberfläche geziert mit 30—32 stumpfen niedrigen Rippen, getrennt durch ebenso breite Zwischenräume. Dichte concentrische Anwachslamellen laufen wellenförmig über Rippen und deren Zwischenräume, ähnlich wie bei *P. scabrellus*, nur weniger schwach vorragend und etwas gedrängter. Eine Theilung der Rippen durch Längsfurchen

[1] Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Cl. Bd. XXXI, 1872.

[2] Eine Abbildung dieser Art wird an anderer Stelle der Beschreibung des syrischen Pliocäns beigefügt werden.

in drei bis fünf kleine Rippchen wie bei *P. opercularis* und *Malvinae* Dub. liess sich an der vorliegenden Schale nicht beobachten, ebenso wenig zeigten sich Rippchen in den Zwischenräumen.

Ohren ganz wie bei *P. opercularis* und *Malvinae*. Das vordere Ohr der Oberklappe flügelartig erweitert, das hintere kleiner aber breit. Sämmtliche Ohren sind radial gerippt, das vordere mit 6 Rippen, das hintere mit 8 Rippen, über welche concentrische Lamellen laufen.

Verwandschaft: Man könnte versucht sein, die vorliegenden Formen für Jugendexemplare von *P. Malvinae* Dub. zu halten, mit welcher Art so, wie sie Hoernes [1] (non Fuchs [2]) auffasst, die grösste Ähnlichkeit besteht. Aber selbst abgesehen von der, wie es scheint constant geringeren Grösse der syrischen Formen lassen sich noch andere Unterschiede wahrnehmen, so die geringere Wölbung, die noch grössere Zahl der Rippen (*P. Malvinae* des Wiener Beckens hat nach Hoernes deren 30, im englischen und belgischen Crag 26—29) vor allem aber die Beschaffenheit der Rippen und Zwischenräume selbst, welche in der Radialrichtung einfach ungetheilt erscheinen.

Vorkommen: Im obersten Miocänkalk von Fadikîje auf dem Djebel el-Koseir, im Breccienkalk bei Kefr Maz südlich Katma an der Strasse nach Aleppo. — Ferner in unterpliocänen Mergelsanden zusammen mit *P.* cf. *flabelliformis* auf der Nordseite des Djebel Mâr Sim'ân unweit Sueidîje nahe der Orontesmündung und in pliocänen Basalttuffen bei Bâniâs an der nordsyrischen Küste.

Pecten scabrellus Lam.

Rund, gewölbt, ungleichklappig, nahezu gleichseitig, wenig länger als hoch. Grösstes der vorliegenden Exemplare 26 *mm* lang, 25 *mm* hoch. Oberfläche mit 17—20 hohen viereckigen Rippen getrennt durch ebenso breite Zwischenräume. Gegen den Rand stellen sich 1—4 schwache seichte Radialfurchen innerhalb der Rippen ein. Dichte concentrische Anwachslamellen laufen wellenförmig über die Rippen. Wachsthumsabsätze, hinter denen eine Theilung der Rippen stattfände, wurden an den vorliegenden (jungen) Exemplaren nicht beobachtet.

Verwandtschaft: Die nahe verwandte Leitmuschel des Miocäns, *P. elegans* Andrz., ist gewölbt, die 12—13 Rippen zeigen sich durch tiefere Furchen in Bündel wohl geschieden, die Wachsthumsabsätze sind scharf ausgesprochen und die Ohren viel kleiner.

Vorkommen: Häufigster *Pecten* im echten Nulliporenkalk von Seleucia Pierria (zusammen mit *P. caralitanus*), ferner südlich Antiochia und oberhalb Bêt el-Mâ, ebenso im Nulliporenkalk von Beirût (nach Diener's Sammlung auch am Râs esch-Schakka südlich Tarâbulus).

In Kleinasien wird *P. scabrellus* von Tchihatcheff [3] und d'Archiac-Fischer [4] mehrfach aus Schichten des mittleren Tertiär genannt, so südlich Enderes am Jeschil Irmak, am Kudensu und bei Alibei Jaila im rauhen Cilicien u. a. O.

Cardium echinatum Lam.

Ein gewisser Theil der in Syrien gesammelten Cardienexemplare dieser Verwandtschaft zeigt eher viereckige Rippen als dreiseitig gerundete, worin nach Mayer und Hoernes gerade der wesentlichste Unterschied des jetzt lebenden *C. echinatum* von dem miocänen *C. turonicum* May. beruht. Vergleiche mit Exemplaren von *C. turonicum* aus dem Wiener Becken und *C. echinatum* des Mittelmeeres liessen die Annäherung der fossilen Formen von Fadikîje, zum Theile auch von Chaderbek an die letztgenannte in der Art der Berippung aufs deutlichste erkennen.

[1] Die foss. Mollusken des Wiener Tertiärbeckens, S. 414, Taf. 64, Fig. 5 *a—c*.

[2] Fuchs, Beitr. z. Kenntniss d. Miocänfauna Egyptens und der libischen Wüste. Paläont. XXX, 1, Taf. XVI, Fig. 3. Die hier zu *P. Malvinae* gezogenen egyptischen Formen mit nur 18—21 Rippen möchte ich lieber als *P. macrotis* Sow. von dem Typus des Wiener Beckens getrennt halten.

[3] Tchihatcheff, Dépôts tertiaires d'une partie de la Cilicie Trachée etc. Bull. soc. géol. France, 2e sér., tome XI, p. 369, 371.

[4] D'Archiac, Fischer et de Verneuil, Paléontologie de l'Asie Mineure.

Lucina divaricata L. non Defr. nec Lam. nec Bronn.

Syn.: *Lucina commutata* Philippi, Enumeratio Molluscorum Siciliae, I, 1836, p. 32, tab. 3, fig. 15; II, 1844, p. 25, 26.
Lucina divaricata Weinkauff, Die Conchylien des Mittelmeeres, I, S. 169.

Abdruck. Schale rundlich, 9 *mm* hoch, $9^1/_2$ *mm* breit, regelmässig gewölbt. Wirbelgegend nicht abgestumpft wie bei *L. ornata* Ag. des Miocäns, sondern zugespitzt wie bei der lebenden *L. divaricata*. Vor dem Wirbel findet die Abtrennung eines andern Theils der Schale durch eine kaum wahrnehmbare, vom Wirbel verlaufende Furche statt, eine bei *Lucinen* z. B. auch *L. ornata* häufige Erscheinung. Oberfläche geziert durch etwa 30 tief eingegrabene Furchen, welche scharfe Rippen zwischen sich lassen. Die Furchen steigen bogenförmig von den Rändern in stumpfen Winkel aufwärts gegen den Wirbel zu und machen in der Mitte der Schale eine plötzliche Biegung von durchschnittlich einem rechten Winkel. Dieselbe wird nahe dem Wirbel wenig spitzer, am Hinterrand wenig stumpfer als 90°, bleibt aber stets scharf. Ausserdem sieht man wie bei *L. ornata* Ag. bei Hörnes d. foss. Moll. d. Wien. Tert. A. 33, f. 6. etwa 7 schwache nicht vollkommen concentrische Anwachslinien in unregelmässigen Entfernungen von einander.

Verwandschaft: Von *Lucina ornata* Ag. = *divaricata* Defr., Bronn non Linné nec Lam. unterscheidet sie sich ausser durch geringere Grösse, durch den vortretenden Wirbel, die markirten Rippen und Furchen und die Art ihrer Umbiegung.

Bei *L. ornata* treffen nämlich die bogenförmigen Linien nur in der Nähe des Wirbels bis fast zur Mitte der Schale unmittelbar winklig zusammen, im übrigen Theil der Schale werden sie aber durch einen sanft geschwungenen Bogen oder ein kurzes geradliniges, gegen den Rand an Länge zunehmendes Mittelstück verbunden.

Vorkommen: Djebel Terbol bei Tarâbulus.

Photinula? trochoides n. sp.

Ein wohlerhaltener Abdruck aus dem unteren Kalk von Chaderbek (unter dem Gyps) und ein genau dazu passendes Exemplar mit erhaltener Schale von unbekanntem Fundort (Geschenk des Herrn Professors Livonian zu ʿAintâb.

Abgestumpft kegelförmig. Spiralwinkel 77°, oben stark abgestumpft. Basis flach. Höhe 14 *mm*. Letzte Windung 7 *mm* hoch, 18 *mm* breit, 4—5 Windungen regelmässig zunehmend, flach, mit 5 deutlichen, vertieften Spirallinien, zwischen denen sich flache, $^3/_4$ *mm* breite Streifen befinden, und einigen feinen kaum sichtbaren Spirallinien darüber. Die Seite der letzten Windung geht in einer sehr abgestumpften Kante von 60° in die Basis über, auf welcher ebenfalls einige schwache Spirallinien angedeutet sind. Mündung sehr schief, drei- bis vierseitig gerundet. Nabelgegend von einer grossen, dicken, gewölbten, kreisförmigen Schwiele von 11 *mm* Durchmesser bedeckt, die fast Zweidrittel der Basisbreite einnimmt.

Verwandtschaft: Diese Form hat äusserlich den Habitus eines *Trochus*, unterscheidet sich aber sofort davon durch die charakteristische Nabelschwiele, die übrigens auch für die Gattung *Photinula*, zu der sie vorläufig gestellt ist, fast zu gewölbt erscheint. Nach Zittel's Handb. d. Pal. I. Abth. 1. p. 193 soll *Photinula* g. Ad. durch eine eingedrückte Nabelschwiele ausgezeichnet sein. Unsere Art erinnert an die Abbildung von *Ph. archiaciana* d'Orbigny: Pal. franç., terr. crét. II, t. 188, f. 4—6 aus der unteren chloritischen Kreide im Département Sarthe. Doch ist jene Abbildung bereits eine starke Vergrösserung genannter Art, die nur 6 *mm* hoch und 9 *mm* breit ist. Der Spiralwinkel ist dort 103°, die Umgänge sind convex, unten glatt, und die Nabelschwiele hat nur Zweidrittel des Basisdurchmessers inne.

Trochus sp. aff. ***fanulum*** Gmel.

Gewinde kegelig stufenförmig. Der obere Theil der Windungen, das Dach, mit Querwülsten bedeckt, über welche 7 Spiralstreifen laufen. Der untere abfallende Theil der Windungen zeigt zwei mit schwachen

[1] Angeblich aus Schichten in der Gegend von ʿAintab, die dem Eocän (!) angehören.

Anwachsstreifen versehene Spiralrinnen, welche durch zwei nebeneinanderliegende gekörnelte Spiralreifen getrennt werden. Darunter folgen über der Naht 2—3 und auf dem letzten Umgang unterhalb derselben noch 4 Spiralstreifen, schwach gekörnelt.

Vorkommen: Abdruck im Ostreenkalk am Djebel Tarâbul.

Turritella sp.

In Grösse und Gewindezunahme lehnt sich die Form eng an *T. communis* an. Aber während diese drei gleichstarke Spiralrippen trägt, besitzt *T.* sp. 3—5 verschieden starke Spirallinien. Die mittlere tritt auf der Mitte des gewölbten Umgangs scharf als Kiel hervor, so dass der Längsschnitt des Gehäuses dem von *T. subangulata* gleicht. Darunter und darüber befinden sich je zwei Spirallinien, deren obere jedesmal relativ mehr hervortritt.

Vorkommen: Mehrere Abdrücke im gelblichen Mergelkalk von Tarâbulus.

Cerithium cf. *minutum* Serr.

Zwischenform zwischen *C. minutum* Serr. oder *Basteroti* Desh. und *C. Zelebori* Hoern. Eine Knotenreihe nicht oberhalb, sondern unterhalb der Mitte der Windungen. Darüber an der Naht eine Reihe von zahlreicheren (3—4 Mal so viel) kleineren länglichen Knoten oder Körnern.

Vorkommen: Häufige Abdrücke im oberen Grobkalk von Chaderbek sowie im Grobkalk des Dimitriberges in Beirût.

Nassa Haueri Mich.

Die syrischen Exemplare entsprechen mehr der turiner Form bei Michelotti Descr. des foss. des terr. mioc. de l'Italie septentr. t. XVII, f. 3, als denen von Ebersdorf im Wiener Becken bei Hörnes l. c. t. 13 f. 11. Auf dem letzten Umgang sind nämlich die beiden unteren Knotenreihen nicht getrennt, sondern zwei über einander stehende Knoten verschmelzen vollkommen zu einer Längsrippe, wodurch die Form sich mehr an *Buccinum baccatum* Hörnes anlehnt.

Vorkommen: Abdrücke im Grobkalk des Djebel Tarâbul.

Schlussbetrachtungen:

Altersbestimmung der syrischen marinen Miocänablagerungen nach den paläontologischen Befunden und Vergleich mit aussersyrischen Tertiärbildungen.

Wir haben im Vorhergehenden möglichst objectiv ohne Rücksicht auf andere Tertiärbildungen in der Umgegend des Mittelmeeres die einzelnen Vorkommnisse des syrischen marinen Miocäns zu beschreiben versucht und es bleibt uns nunmehr die Aufgabe, das Facit aus den gegebenen Thatsachen bezüglich des Alters der Schichten zu ziehen.

Eine Zusammenstellung der im syrischen marinen Miocän aufgefundenen Fossilien, geordnet nach den drei hauptsächlichen Verbreitungsgebieten, ergibt folgende Liste von über 125 verschiedenen Formen.

Tabellarische Übersicht der aus den marinen Miocänbildungen Syriens bekannt gewordenen Fossilien.

h = häufig; *s* = selten; [*K*] = Miocän Kleinasiens, specielles Niveau meist nicht bekannt, vorwiegend Untermiocän, aber auch Obermiocän.)

	Nord-Syrien	Tarâbulus	Beirût	Verbreitung in den Neogenschichten anderer Gegenden und im heutigen Mittelmeer			
				Untermiocän	Obermiocän[1]	Pliocän	Lebend im Mittelmeer
Lithothamnium g.	*hh*	.	*h*	+ [*K*]	+	+	+
Dactylopora sp.	.	.	*s*	.	(+)	.	.
Operculina sp.	*s*	.	.	[*K*]	.	.	.
Heterostegina sp.	*hh*	.	.	.	.	.	.
„ sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Porites sp.	*h*	.	*hh*	.	+ *R*	.	.
Heliastraea g.	*h*	.	.	+ [*K*]	+	.	.
Solenastraea cf. *manipulata* Reuss	*s*	.	*h*	.	(+)	.	.
Psammechinus mirabilis Laube	*s*	.	.	.	+	.	
Clypeaster crassicostatus Ag.	*h*	.	.	.	+	.	.
„ *turritus* Ab.	*s*	.	.	.	.		.
„ *gibbosus* Serr.	*s*	.	.	.	[*K*]	.	.
„ *grandiflorus* Bronn (nach Fraas)	*s*	*s*	.	.	+	.	.
„ *tauricus* Desh. (nach Fraas)	.	*s*	.	+ [*K*]	?	.	.
„ sp. ind.	*s*	.	.	.	.	.	.
Scutella subrotunda Lam. (nach Fraas)	.	*s*	.	+	?	.	.
Echinolampas complanatus Ab.	*s*	.	.	+	.	.	.
Schizaster sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Membranipora hidens v. Hag. sp.	.	.	*h*	.	+	.	.
Lunulites sp.	*h*	.	.	.	+ [*K*]	.	.
Ostrea crassissima Lam.	.	*h*	.	+ [*K*]	+	.	.
„ *Virleti* Desh.	*s*	.	.	+ [*K*]	+	.	.
„ *crassicostata* Sow. (nach Fraas)	.	*s*	.	+	+	.	.
„ *cochlear* Poli	*s*	.	.	.	+	+	+
Pecten Tournali Serr.	*s*	.	.	.	*G* +	.	.
„ *Besseri* Andrz.	*h*	.	.	.	*G* +	.	.
„ *caralitanus* Mer.	*h*	*s*	.	.	*G* + [*K*]	.	.
„ cf. *aduncus* Eichw.	*h*	*h*	.	.	*G* + *R*	.	.
„ cf. *Josslingi* Sow.	*s*	.	.	(+)	+ ?)	.	.
„ *Vindascinus* Font.	*s*	.	.	+	+	.	.
„ *elegans* Andrz. (nach Fraas)	.	*s*	.	.	*G* +	.	.
„ *scabrellus* Lam.	*hh*	.	*s*	+ [*K*]	+	+	+
„ *latissimus* Brocch.	*s*	.	.	.	*G* + *K*	+	.
„ *pusio* L.	*h*	.	.	[*K*?)	.	+	+
„ *cristatus* Bronn sp.	*s*	.	.	+	+	+	.
„ *opercularis* L.?	*ss*	.	.	[*K*?)	.	(+	+)
„ *syriacus* Blanck.	*s*	.		.	.	+[Syr.]	.
Modiola costulata Risso	.	.	*s*	.	.	+	+
Lithodomus (?)	*s*	.	*h*	.	.	.	.
Arca turonica Duj.	*h*	.	.	+ [*K*]	+ *R*	.	.
„ *clathrata* Defr.	*s*	.	.	.	+	+	+
„ cf. *lactea* L.	*h*	.	.	.	(+ *R*	+	+)
„ *Noae* L.	*s*	.	.	.	+ [*K* *R*	+	+
„ div. sp.	*h*	*h*	*h*	.	.	.	.
Pectunculus pilosus L.	*hh*	.	.	+	+ *R*	+	+
„ div. sp.	*hh*	.	*h*	.	.	.	.
Nucula sp.	.	.	*s*	.	.	.	.
Leda cf. *nitida* Brocch.	*s*	.	.	.	(+	+)	.

[1] *G* bedeutet Grunder Schichten des Wiener Beckens, *R* = Korallenkalke von Rosignano, Castelnuovo und Trakones, alleroberstes Miocän.

	Nord-Syrien	Tarâbulus	Beirût	Verbreitung in den Neogenschichten anderer Gegenden und im heutigen Mittelmeer			
				Untermiocän	Obermiocän	Pliocän	Lebend im Mittelmeer
Cardita crassicosta Mich.	.	*s*	.	+	*G* +	.	.
„ *scabricosta* Mich.	*s*	.	.	+	+	.	.
„ sp. sp.	*h*	*s*	.	.	.	.	.
Astarte sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Chama gryphoides L.	*h*	.	.	.	+ [*K*]	+	–
Erycina sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Axinus sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Lucina columbella Lam.	*h*	*s*	.	+ [*K*]	+	.	.
„ *multilamellata* Desh.	.	*h*	.	+ [*K*]	*G* +	.	.
„ *globulosa* Desh.	*s*	.	.	.	+	.	.
„ cf. *Sismondae* Desh.	*ss*	.	.	.	(*G* + *R*?)	.	.
„ *ornata* Ag.	*ss*	.	.	+ [*K*]	*G* +	.	.
„ *divaricata* L.	.	*ss*	.	.	.	[illegible]	[illegible]
Cardium turonicum May	*h*	*h*	.	+ [*K*]	*G* +	.	.
„ *echinatum* L.	*h*	.	.	.	*R*	+	
„ *discrepans* Bast.	*s*	.	.	+	*G* + [*K*]	.	.
„ *fragile* L.	.	*s*	.	.	+	.	.
„ *edule* L.	*h*	*h*	.	+	*G* +	.	.
„ *hians* Brocc.	.	.	.	+ [*K*]	*G* +	[illegible]	.
Isocardia sp.	*s*	.	.	.	+	.	.
Tapes sp. cf. *Basteroti* Desh.	.	*s*	.	(+)	(*G*)	.	.
„ *vetula* Bast.	.	*h*	.	+	*G* +	[illegible]	.
Venus multilamellata Lam.	*h*	*h*	*h*	+ [*K*]	*G* +	+	.
„ *islandicoides* Lam.??	.	*s*	.	+ [*K*]	*G s*	+	.
Cytherea div. sp.	*h*	*h*	.	.	.	.	.
Tellina planata L. (nach Fraas	.	*s*	.	+	+	+	[illegible]
„ *Schönni* Hoern.	*s*	.	.	.	+	.	.
„ cf. *compressa* Brocc.	*s*	.	.	.	.	(+)	.
„ *strigosa* Gmel.(?)	.	*s*	.	+	*G* + *ss*	.	.
Psammobia sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Solecurtus strigillatus L.	*s*	.	.	+	*G* +	[illegible]	.
Panopaea Menardi Desh.	*s*	.	.	+ [*K*]	+	.	.
Thracia papyracea Poli	*s*	.	.	.	*G*	.	.
Mactra turonica May.	.	*h*	.	.	[illegible]	.	.
Cardilia Deshayesi Hoern.	.	*s*	.	.	+	.	.
Corbula gibba Ol.	.	.	*hh*	+	+	+	[illegible]
„ *carinata* Duj.	.	*s*	.	+	+	+	.
Fissurella italica Defr.	*h*	.	*h*	.	*G* +	+	+
Haliotis volhynica Eichw. (nach Fraas)	.	*s*	.	+	[illegible]	?	.
Photinula trochoides Blanck.	*s*	.	.	.	.	.	.
Trochus patulus Brocc.	*h*	.	.	+	+ [*K*]	+	.
„ aff. *fanulum* Gmel.	.	*s*	.	.	(*G* +	+	[illegible])
Solarium simplex Bronn	*s*	.	.	.	.	+	.
Scalaria lanceolata Brocc.	*s*	.	.	.	+	+	.
Turritella turris Bast.	*s*	*s*	.	[illegible] + [*K*]	[illegible]	.	.
„ *subangulata* Desh.	.	.	*s*	.	+ [*K*]	[illegible]	.
„ *communis* Risso	*h*	*s*	.	.	.	+	+
„ *communis* var. *ariensis* Font.	.	.	.	.	.	+	.
„ sp.	.	*h*	.	.	.	.	.
Siliquaria anguina L.	*s*	.	.	.	+	+	[illegible]
Xenophora Deshayesi Mich.	*s*	.	.	+	*G* + [*K*]	.	+
„ *cumulans* Brongn.	.	.	.	+	.	.	.
Calyptraea chinensis L. (nach Fraas)	.	*s*	.	+ [*K*]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Natica helicina Brocc.	*s*	.	.	.	+ [*K*]	+	+
„ *millepunctata* Lam. (?)	*s*	.	.	+	+ [*K*]	[illegible]	[illegible]
Hydrobia? oder *Melania*? sp.	*h*	.	.	.	.	.	.
Rissoa Lachesis Bast.	*h*	.	.	.	+	.	.
Cerithium scabrum Ol.	*h*	.	.	.	+	+	
„ *vulgatum* Brongn.	*h*	.	.	.	+	+	+
„ sp. cf. *minutum* Serr.	*h*	.	*h*	.	(+	+	+)
„ sp. ind.	*s*	.	.	.	.	.	.
Chenopus pes pelecani Phil.	*s*	*h*	.	.	+	+	+
Strombus coronatus Defr.	*h*	*s*	.	+	*G* +	+	.
„ *Bonelli* Brongn.	*h*	*h*	.	+ [*K*]	*G* +	.	.
„ sp.	*h*	.	.	.	.	.	.

	Nord-Syrien	Tarâbulus	Beirût	Verbreitung in den Neogenschichten anderer Gegenden und im heutigen Mittelmeer			
				Untermiocän	Obermiocän	Pliocän	Lebend im Mittelmeer
Cypraea sp.	.	*s*	.	.	.	.	.
Nassa semistriata Brocc. var.	*s*	.	.	.	(+	+	+)
„ *Haueri* Mich.	.	*ss*	.	.	*G* +	+	.
Fusus Schwartzi Hoern.	*s*	.	.	.	+	.	.
„ sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Pyrula cornuta Ag. (?)	.	*s*	.	+	*G* +	.	.
„ *reticulata* Lam.	.	*s*	.	.	*G*	+	.
„ *geometra* Börs. (nach Fraas)	.	*s*	.	.	*G* +	+	.
Murex div. sp.	*h*	*s*	.	.	.	.	.
Ancillaria glandiformis Lam. (?)	?	.	.	(+	*G* + [*K*])	.	.
Pleurotoma Vaudini Payr.	*s*	.	.	.	+	+	+
„ sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Conus ventricosus Brocc.	*h*	.	.	+	+	+	+
Balanus sp.	*s*	.	.	.	.	.	.
Fischzahn	*ss*	.	.	.	.	.	.

Aus dieser Übersichtstabelle geht zunächst mit Sicherheit hervor, dass die Ablagerungen der verschiedenen, heute von einander getrennten Miocängebiete Syriens nahezu gleichzeitig entstanden sein mögen, da die betreffenden Faunen von Nord-Syrien, Tarâbulus und Beirût sowohl im Allgemeinen einen gleichen Charakter aufweisen, als auch in vielen einzelnen Zügen — ich erinnere an das häufige Vorkommen von *Lithothamnien, Porites, Astraeaceen, Pecten caralitanus, aduncus* und *scabrellus, Arca und Pectunculus, Lucina columbella, Cardium turonicum* und *edule, Venus multilamellata, Fissurella italica, Turritella turris* und *communis, Cerithium* sp. cf. *minutum* — übereinstimmen.

Verfolgt man die Verbreitung aller dieser Fossilien im Tertiär anderer Gegenden, so ergibt sich als weiterer Schluss, dass man es in Syrien mit Ablagerungen des oberen Miocäns zu thun hat, indem eine wirklich auffallende Ähnlichkeit der Fauna mit derjenigen der zweiten Mediterranstufe des Wiener Beckens vorhanden ist, eine grössere als sie von dem kleinasiatischen und egyptischen Miocän bisher nachgewiesen wurde. Wenn wir von den wenigen neuen, bis jetzt dem syrischen Miocän eigenthümlichen Arten und Varietäten ganz absehen, so lassen sich unter den mehr als 90 genauer bestimmbaren Arten kaum solche finden, deren obere Verbreitungsgrenze das untere Miocän nach den bisherigen Erfahrungen sonst nirgends mehr überschritte. Dahin würden höchstens einige seltenere Seeigelarten *(Clypeaster turritus, tauricus, Scutella subrotunda, Echinolampas complanatus)* gehören, deren sonstige verticale Verbreitung übrigens noch keineswegs sichergestellt ist. Unter den Mollusken sind in der Liste mehrere Arten genannt, welche ihre Hauptverbreitung allerdings im unteren Miocän haben, die aber doch vereinzelt auch höher hinaufreichen, so: *Pecten* cf. *Josslingi, Tellina strigosa, Venus islandicoides, Xenophora cumulans.*

Entschieden der allergrösste Theil der aufgeführten Fossilien ist bereits aus dem Obermiocän oder der zweiten Mediterranstufe theils des Wiener Beckens, theils Frankreichs und Italiens bekannt, und zwar sind vorzugsweise diejenigen Arten des Obermiocäns vorhanden, welche dasselbe mit dem Pliocän gemeinsam hat während von typischen Leitformen des Gesammtmiocäns, die nicht mehr das Pliocän erreichten, ausser den *Pecten*-Arten und Seeigeln nur wenige vertreten sind. Dieser Umstand fällt um so mehr auf, als solche Formen, wie z. B. *Cardita Jouanneti, Turritella cathedralis, gradata* und *Archimedis, Fasciolaria tarbelliana, Pyrula rusticula, Mitra scrobiculata, Voluta rarispina, Ancillaria glandiformis* und *obsoleta, Conus Dujardini, Dentalium Badense* u. s. w. aus den nächstgelegenen Miocänablagerungen von Cilicien, Lykien und Egypten sehr wohl bekannt sind. Es lässt sich nur dadurch erklären, dass die syrischen Miocänablagerungen nicht völlig mit den genannten gleichaltrig, sondern im Allgemeinen etwas jüngeren Datums als die meisten derselben sind. Die Miocänbildungen Egyptens entsprechen nach den bisherigen Nachrichten den Grunder Schichten

oder dem mittleren Miocän, diejenigen Kleinasiens theils der ersten Mediterranstufe, theil den Schlier und den Grunder Schichten, während die höheren Lagen der zweiten Mediterranstufe spärlicher entwickelt scheinen, wenn sie auch (im südöstlichen Kleinasien) keineswegs ganz fehlen.

In dem Miocän von Syrien aber möchte ich lediglich ein Äquivalent der obersten Schichten des Miocäns, respective der zweiten Mediterranstufe erblicken, wie wir solche nach Fuchs' Untersuchungen bis jetzt in den Korallenkalken von Rosignano in Toscana und Trakones bei Athen kennen, welche bereits ein Übergangsglied vom Miocän zum Pliocän darstellen. Was Fuchs [1] als charakteristisch für die Kalke von Rosignano, Castelnuovo und Trakones hervorgehoben hat, gilt theilweise auch für das syrische Miocän, wenigstens sicher für die obersten Glieder desselben.

1. „Die Conchylien, welche im Kalkstein von Rosignano" und im syrischen Miocän „vorkommen, sind grösstentheils „solche, welche dem Miocän und Pliocän gemeinsam angehören, während die echt miocänen Typen, wie z. B. *Ancillaria, Oliva, Voluta,* die grossen *Carditen* u. s. w. in auffallender Weise fehlen."

2. „Bei Castelnuovo kommt in den marinen Mergeln, welche hier den Korallenkalk begleiten, nicht selten der echte pliocäne *Pecten varius* vor." — Im syrischen Miocän sind *Pecten scabrellus,* eine vorherrschend dem Pliocän eigenthümliche Art, und der echte *P. pusio,* der jetzt lebende Vertreter des miocänen *P. substriatus,* zwei der häufigsten Leitmuscheln. Vereinzelt glaubte ich auch *P. opercularis* zu erkennen in Schichten bei Katma, die ich aus anderen Gründen den zweifellosen Miocänkalken Syriens parallel stellen möchte. Die neue Form *Pecten syriacus* hat das syrische Miocän mit dem dortigen Pliocän gemeinsam.

3. Verschiedene andere Mollusken des in Rede stehenden Schichtencomplexes in Syrien, wie *Modiola costulata, Lucina divaricata, Cardium echinatum* und *edule, Tellina* cf. *compressa, Turritella subangulata* und *communis, Turritella communis* var. *ariensis, Pleurotoma Vauquelini* verweisen eher auf pliocäne Schichten als auf Miocän.

4. Dagegen wird „der miocäne Charakter" der beschriebenen Tertiärbildungen ebenso wie beim Kalkstein von Rosignano und Trakones „in sehr eminenter Weise durch das riffbildende Auftreten von *Porites* und *Astraeaceen,* sowie durch das Fehlen von *Pecten Jacobaeus* und *flabelliformis* bestimmt".

Bezeichnend für die Stellung der in Rede stehenden Schichten Syriens ist die Vertretung der Gattung *Pecten.* Die typischen Arten der zweiten Mediterranstufe des Wiener Beckens *Pecten Tournali, Besseri, caralitanus* (= *sievringensis* Fuchs), *latissimus, elegans* und *aduncus* sind sämmtlich vorhanden. Nicht eine einzige von diesen reicht in ihrer sonstigen Verbreitung bis in das Untermiocän. Dagegen wird *P. aduncus* von Fuchs aus den Kalken von Castelnuovo citirt und *P. latissimus* tritt noch im Unterpliocän von Asti auf. Die Arten der Horner Schichten des Wiener Beckens fehlen in Syrien im Gegensatz zu Egypten ausnahmslos. Zu den genannten Wiener Formen gesellen sich als Leitformen des Miocäns anderer Länder *Pecten Vindascinus* des Rhône-Thales (im obersten Helvetien Fontannes' mit *Ancillaria glandiformis* und *Cardita Jouanneti*) und *P. scabrellus,* eine ebensowohl im ganzen Miocän als im Pliocän (auch Syriens) verbreitete Art. *Pecten cristatus* und *P. syriacus* n. sp. kenne ich auch aus dem syrischen Unterpliocän. Schliesslich sind sogar zwei pliocäne Arten vorhanden, die bis jetzt dem Miocän fehlten, dagegen noch im Mittelmeer leben, *Pecten pusio* und *opercularis.*

Der zum Theil pliocäne Habitus des syrischen Miocäns dürfte nach alledem kaum noch einem Zweifel unterliegen.

Eine durchgreifende Gliederung der geschilderten syrischen Miocänbildungen ist vorderhand kaum durchzuführen, wohl ebensowenig wie eine solche der Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe im innneralpinen Wiener Becken, deren Verschiedenheit unter einander nur auf Faciesunterschieden beruht. Höchstens in dem grossen nord-syrischen Miocänbecken hätte der Versuch einer Eintheilung vielleicht einige Berech-

---

[1] Fuchs, Studien üb. d. Gliederung d. jüngeren Tertiärbildungen Ober-Italiens. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturw. Cl. Wien 1878, Bd. LXXVII, 1. Abth., p. 444.

tigung. Hier liegt uns vom Südabfall des Djebel Mûsa bei Chaderbek ein Profil von Miocänschichten vor, mit zwei getrennten Petrefactenbänken über einander, die man zum Ausgangspunkt eines Gliederungsversuches zu machen hätte.

Unter dem dortigen Gyps fanden wir eine oolithische Kalkbank mit *Cardita scabricosta* u. s. w., welcher der Lage nach der Korallen führende Kalk von Jorunurluk und wohl auch die zuweilen ebenfalls oolithischen Kalke von Seleucia Pieria, Karali und Schawar, reich an *Nulliporen, Heterosteginen, Clypeastriden* und anderen Seeigeln, grossen *Pecten*-Arten (*P. caralitanus, latissimus, Tournali, Besseri, aduncus*), entsprechen. Petrographisch steht diesem unteren Kalk auch der von Fadikîje am Djebel el-Koseir mit *Pecten aduncus* und *syriacus* nahe, an den sich wiederum der Breccienkalk südlich Katma im 'Afrînbecken anschliesst. Auch die Mergelkalke östlich von Katma mit *Schizaster*-Resten, *Pecten* cf. *Josslingi* oder *aduncus* und mit einer Bivalvenfauna, die mit den Grunder Schichten manche Beziehungen hat, schliesslich die *Clypeaster*-Kalke mit *Pecten* cf. *aduncus* von Jadile könnten einer unteren Abtheilung des syrischen Obermiocäns angehören. Die letztgenannten Vorkommnisse bei Katma schliessen sich nach unten direct an Basalttuffe oder Basalte an und stimmen in dieser Beziehung mit dem Kalk von Aleppo (mit *Ancillaria glandiformis*?) überein. Fast bin ich geneigt, die Clypeastridenkalke des Djebel Terbol mit grossen Seeigeln, *Ostrea crassissima, Pecten caralitanus* und *aduncus* den eben genannten (älteren?) syrischen Miocänbildungen anzureihen.

Über dem Gyps von Chaderbek folgt als zweifellos jüngste anstehende Miocänablagerung jener Gegend ein cavernöser Grobkalk mit:

Lunulites.
Arca Noae.
Lucina ornata.
Cardium turonicum.
„ *edule.*
Fissurella italica.
Turritella communis.
Trochus patulus und andere Arten.
Rissoen.
Cerithium scabrum.
„ *vulgatum.*
Melanien? oder *Hydrobien?*

Der Gegensatz in dieser Fauna gegen diejenige der eben aufgezählten tieferen Kalke, besonders von der Umrandung des Amanus Mons ist unverkennbar. Foraminiferen, Korallen, Echinodermen und grosse *Pecten*-Arten, sowie überhaupt alle grossen, reich verzierten und auffallenden Conchylien sind verschwunden und die Fauna besteht aus einer Anzahl mittelgrosser unscheinbarer Bivalven und einiger *Cerithien, Rissoen* und *Trochus*-Arten, zu denen sich, wie es scheint, schon kleine Brackwasserschnecken gesellen.

Die Zusammensetzung dieser Fauna findet ein gewisses Analogon in derjenigen der sarmatischen Stufe des Wiener Beckens mit ihrem noch ausgesprochener brackischen Charakter. Diese oberen Kalke von Chaderbek bezeichnen bereits einen Rückgang des nordsyrischen Miocänmeeres, auf den schon die Bildung der Gypse unter ihnen hinwies.

Auf der Südseite der Orontes-Bucht, an den Abhängen des Casius Mons bietet sich diese oberste Stufe nicht mehr in so typischer Weise dar, auch stellen die gestörten Lagerungsverhältnisse einer Auseinanderhaltung der einzelnen Vorkommnisse und Parallelisirung mit den Schichten unseres Profils von Chaderbek grosse Schwierigkeiten entgegen. Petrographisch und paläontologisch stehen jedenfalls dem oberen Kalk von Chaderbek nahe:

1. Der breccienartige Mergelkalk auf dem Anstieg von Mijadûn zum Gipfel des Djebel el-Aḳra' bei 200 bis 300 *m* Meereshöhe;
2. die cavernösen Kalke im S von Schakil.

Diese beiden Kalke führen: *Porites, Lunulites, Arca* cf. *lactea, Pectunculus, Cardium* cf. *edule, Venus multilamellata* und *Cerithium scabrum* u. s. w.

Vielleicht darf man der höheren Zone des nordsyrischen Obermiocäns auch den Grobkalk des Dimitriberges von Beirût anschliessen, welcher petrographisch dem oberen Kalk von Chaderbek Mijadun und Schakil

ausserordentlich gleicht, und wie diese ausser *Porites* und Bryozoen nur eine Anzahl kleinerer Conchylien als Steinkerne und Abdrücke führt.

Als vermuthliche Äquivalente des syrischen Miocäns in anderen Ländern könnten, wenn wir von den erwähnten, entfernter liegenden Korallen- und Nulliporenkalken von Trakones in Griechenland und Rosignano in Italien absehen, zunächst wohl die Miocänbildungen der benachbarten Insel Cypern in Betracht kommen. „Es sind die Mergelgebilde der sogenannten Mesaria, des fruchtbarsten Theiles der Insel, und die weissen mergeligen Kalke, die sowohl die Abdachungen der Nordkette als des Centralgebirgsstockes (ganz wie beim Amanus und Casius in Syrien) mit einem breiten Streifen umfassen." [1] Die blendend weissen Mergel gehen auch in reine Kreidekalke oder echte Korallenkalke über, sind vorherrschend porös, weich, zuweilen breccienförmig und travertinartig. In grosser Mächtigkeit sind Gypslager eingeschaltet, wie im unteren Orontes-Gebiet. Fossilien sind leider sehr selten. Von Gaudry werden namhaft gemacht:

Foraminiferen.
Astraea Guettardi.
Toxobrissus crescentinus.
Cidaris-Stacheln.
Unbestimmbare Bivalvenschalen.
Chenopus pes graculi.
Sehr kleine marine Gastropoden.

Dass entsprechende Ablagerungen des oberen Theiles der zweiten Mediterranstufe auf dem gegenüberliegenden Festlande Kleinasiens in Cilicien vorhanden sind, erscheint nach Tchihatcheff's Mittheilungen höchst wahrscheinlich, bedarf aber noch genauerer Untersuchungen.

---

[1] Unger und Kotschy, Die Insel Cypern, S. 28. Wien 1865.

VERGLEICHENDE STUDIEN

AM

KEIMSTREIF DER INSECTEN

VON

VEIT GRABER

IN CZERNOWITZ

(Mit 12 colorirten Tafeln und 38 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. MAI 1890.

Vorwort.

Die vorliegenden Untersuchungen, das Ergebniss mehrjähriger Arbeit, behandeln in erster Linie jene Formzustände, welche man am isolirten, dorsal noch nicht geschlossenen Keimstreif zu beobachten vermag. Solche Zustände sind unter Anderem die Invagination des unteren Blattes oder des Ptychoblasts, dann die äussere oder ectodermatische, sowie die innere oder ptychoblastische Gliederung, ferner — und dies ist ein Hauptabschnitt der Arbeit — die Anlage der Gliedmassen, weiterhin die Höhlenbildungen des Mesoderms, die sich auch auf den Urkopf oder das Protocephalenm erstrecken, dann die Anlage des Bauchmarks.

Wie im vierten Capitel gezeigt werden wird, ist die Präparation und das Studium des isolirten Protosomas aber auch für die Frage der Keimblätterbildung und insbesondere für die Erkenntniss der bipolaren Anlage des Drüsenblattes oder Enteroderms von viel grösserer Wichtigkeit, als man bisher geglaubt hat. Wenigstens geben z. B. die auf Taf. IX abgebildeten Lepidopteren-Keimstreifen hierüber eine bessere Gesammtvorstellung, als die zahlreichen Querschnitte, welche man z. B. in Heider's grosser *Hydrophilus*-Monographie (37) dargestellt findet.

Dabei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass die Herstellung reiner Keimstreifen, sowie deren Zergliederung mit Hilfe der Nadel oftmals viel schwieriger ist als jene Arbeit, welche das Mikrotom verrichtet.

Selbstverständlich konnten aber auch für die hier zu behandelnden Verhältnisse Schnitte nicht ganz ausgeschlossen werden. Ich wählte hiezu aus meiner grossen Sammlung, die aber hauptsächlich erst in meiner nächsten Arbeit zur Verwendung kommen wird, mit Vorbedacht insbesondere (gleichfalls relativ schwierig herzustellende) Längsschnitte, also solche aus, welche den Keimstreif in grösserer Ausdehnung zur Anschauung bringen.

Nebstdem wurde auch die in neuerer Zeit sehr vernachlässigte Beobachtung des lebenden Eies zu Hilfe genommen.

Was die Zahl der in die Untersuchung einbezogenen Insecten betrifft, so wurden von mir für die vorliegende Arbeit nicht weniger als 13 Formen geprüft, nämlich: *Lina, Melolontha, Hydrophilus, Telephorus, Lema, Stenobothrus, Mantis, Gryllotalpa, Pieris, Gasteropacha, Zygaena, Bombyx* und *Hylotoma.*

Angesicht der Berücksichtigung so vieler Formen mögen Manche freilich glauben, dass eine erschöpfende monographische Behandlung einer Form nützlicher wäre; indessen überzeugte mich u. A. gerade auch wieder C. Heider's bereits citirte Arbeit davon, dass man bei der Beschränkung auf ein Thier nur allzu leicht zu gewagten Verallgemeinerungen geführt wird. Auch ist ja ein wirkliches und erfolgreiches Vergleichen überhaupt nur dann möglich, wenn man die Vergleichungsobjecte aus eigener Anschauung kennen gelernt hat.

Die Verwerthung der vorhandenen Literatur anlangend, glaube ich, soweit es überhaupt der Raum gestattete, das Möglichste gethan zu haben, und dürften die einzelnen Capitel als hinlänglich erschöpfende Monographien über die betreffenden Gegenstände angesehen werden können. Dabei bemühte ich mich insbesondere, die historische Entwicklung unserer einschlägigen Kenntnisse möglichst genau zum Ausdrucke zu bringen.

An dieser Stelle muss ich noch Herrn Schulrath Dr. E. Schreiber in Görz für die wiederholte Einsammlung und Zusendung von *Mantis*-Gleben meinen Dank aussprechen.

I. Capitel.

Begriff des Keimstreifs oder Protosomas. Beziehung zwischen dem Keimstreif und den Keimhüllen.

Bei der Durchsicht der betreffenden Literatur ergibt sich, dass hinsichtlich der Insecten der so wichtige Begriff „Keimstreif" (Bauchplatte) noch keineswegs sicher festgestellt ist, indem man ihn bald in einem sehr weiten, bald in einem sehr eingeschränkten Sinne anwendet. Diese Verschiedenheit in der Auffassung des Insectenkeimstreifs tritt u. A. besonders deutlich bei der Vergleichung der kurz nach dem Erscheinen meiner Keimhüllen-Abhandlung (22) publicirten Arbeiten von Will (77) und C. Heider (37) hervor, auf die ich hier umsomehr näher eingehen muss, als es sich auch einerseits um weittragende phylogenetische Hypothesen und anderseits um die wichtige Frage nach der Antheilnahme der Keimhüllen bei der Bildung des Embryonalleibes handelt.

Nach Will (S. 241) besteht die bekannte handschuhfingerartige Einstülpung der Innenkeimer (vergl. u. A. zur Orientirung die Holzschnitte Fig. 1 bis 12 auf S. 3 meiner Keimhüllenarbeit, Lit.-Verz. Nr. 22), für welche von mir (22) die neue Bezeichnung entoptychische Insecten vorgeschlagen wurde, „nicht aus dem Keimstreif und einem mit hineingezogenen Theil des Blastoderms, sondern das, was sich einstülpt, gehört alles zum Keimstreif". Weiters homologisirt Will die in Rede stehende Keimstreif-Invagination mit der von Metschnikof (55) bei den Myriapoden nachgewiesenen Protosoma-Knickung. Auch behauptet er in consequenter Anwendung des zweiten Satzes (S. 243), „dass bei den mit einem innern Keimstreifen versehenen Insecten die Embryonalhüllen aus der directen Umwandlung von Embryonaltheilen hervorgehen, die bei den Vorfahren bereits in der Anlage vorhanden waren, bei diesen aber noch sich activ am Aufbau des Embryos betheiligten", und möchte Will ferner (S. 243) die relativ geringe Segmentzahl der Hexapoden durch „diese Rückbildung eines grossen Theiles des Keimstreifens" der entoptychischen Insecten erklären. Auch nimmt Will (S. 246) an, dass die Insecten mit äusserem Keimstreifen ihre Embryonalhüllen in derselben Weise entstehen lassen, wie das bei den Binnenkeimern der Fall ist." Endlich dehnt Will den zweiten Satz auf alle Insecten (einzig die Pteromalinen ausgenommen) aus, indem er sagt: „Bei allen Insecten lässt sich der Process, der zur Bildung der Embryonalhüllen hinführt, auf die Bauchkrümmung des Keimstreifens bei den Myriapoden zurückführen. Die Embryonalhüllen der Insecten waren demnach

bereits bei den Tausendfüsslern in der Anlage vorhanden. Wie die Serosa aus der Metamorphose eines grossen Theiles des Blastoderms entsteht, so entsteht das Amnion aus einer Umwandlung von Theilen des Keimstreifens."

Manche der mitgetheilten Anschauungen Will's sind bereits früher von Kowalevsky (43, S. 57), sowie von mir selbst in meinem Insectenbuch (19, S. 240) entwickelt und durch entsprechende Abbildungen erläutert worden.

Was aber speciell den Kernpunkt der vorliegenden Hypothese, nämlich die Vergleichbarkeit des eingestülpten Keimes der entoptychischen Insecten mit dem invaginirten Chilognathen-Protosoma betrifft, so lege ich auf meine einschlägigen, von Will übersehenen Äusserungen deshalb kein Gewicht, weil ich seither zur Einsicht gekommen bin, dass sich dagegen sehr schwer wiegende Bedenken erheben.

Zunächst darf nicht verschwiegen werden, dass Metschnikoff selbst zwischen dem Insecten- und dem Chilognathen-Protosoma keinerlei Ähnlichkeit fand, ja im Gegentheil auf grosse und durch Packard's (64) und Ulianin's (72) Funde bei den Poduriden wohl nicht ganz ausgeglichene Differenzen aufmerksam macht, indem er (S. 278) u. A. sagt: „Die in allen Fällen stattfindende Bauchkrümmung des (Chilognathen-) Keimstreifs zeigt uns ein Verhältniss, das unter allen Arthropoden sich nur bei den höheren Crustaceen, namentlich bei den Amphipoden wiederfindet. Damit will ich natürlich nicht sagen, dass diese Ordnung überhaupt in die nächste Nähe der Chilognathen gebracht werden soll; betonen muss ich aber jedenfalls, dass in embryologischer Beziehung die letztgenannte Arthropodengruppe eine weit grössere Ähnlichkeit mit Crustaceen als mit Insecten aufweist."

Eine genauere Vergleichung des Insecten- und Myriapoden-Binnenkeimes scheint mir aber auch dafür zu sprechen, dass sich speciell Will's einschlägige Darstellung mit den thatsächlichen Zuständen kaum in Einklang bringen lässt.

Unter Anderem scheint mir schon Will's Behauptung S. 242 und 243, dass die Bauchkrümmung des Keimstreifs bei den Insecten sowohl wie bei den Myriapoden „einfach" auf das „starke Längenwachsthum" zurückzuführen sei, keineswegs so selbstverständlich, wie es der Verfasser darstellt. Ich will hier zunächst nur an die von Will unberührt gelassene grosse Verschiedenheit im Verhalten der Chilognathen einer- und der Chilopoden andererseits erinnern. Die Embryonen der ersteren sind bekanntlich — worauf ich noch später zurückkomme — beim Verlassen der Eischale sehr kurzleibige Geschöpfe, indem die Zahl der Rumpfringe sogar beträchtlich kleiner als bei den meisten Insectenlarven ist. Dementsprechend ist natürlich auch ihr Keimstreif (vergl. Metschnikoff, 55, Taf. 24, Fig. 8 u. 10, Taf. 26, Fig. 8 u. 10 und Taf. 27, Fig. 6 u. 7) von keiner besonderen Länge. Trotzdem beginnt die Einstülpung, respective die Knickung der peripher gelegenen Keimzone schon zu einer Zeit, bevor die letztere noch über die eine Häfte der ganzen Eikugel sich ausgedehnt hat, und bevor noch eine deutliche Segmentirung oder gar die Anlage von Gliedmassen erfolgt ist.

Beträchtlich anders liegen die Verhältnisse bei den Chilopoden, beziehungsweise bei *Geophilus*, über dessen Embryologie die von Will zum Theil nicht näher in Betracht gezogenen höchst verdienstvollen Arbeiten von Metschnikof[1] (56) und Zograf (82, russisch) vorliegen. Die reifen Embryonen von *Geophilus* haben bekanntlich eine viel grössere Länge, beziehungsweise eine viel grössere Anzahl von Ringen, als man sie bei den Chilognathen- und auch bei den Insectenlarven vorfindet, indem ich beispielsweise an Metschnikof's Fig. 15, Taf. 21 vierzig und an Zograf's Fig. 44, S. 25 sogar fünfundvierzig Rumpfringe zähle. Um so auffallender muss es nun erscheinen, dass hier die Einstülpung des Keimstreifs sehr viel später erfolgt. Nach Metschnikof's Fig. 4, Taf. 20 geschähe dies bei einer nicht näher bestimmten *Geophilus*-Art der Kalmükensteppe erst dann, wenn der schon deutlich gegliederte Keimstreif fast die ganze Eikugel umspannt und also oberflächlich mit Rücksicht auf die noch ausständige Rückenwandbildung überhaupt nicht mehr erheblich weiter wachsen kann. Bei *Geophilus ferrugineus* L. K. und *G. proximus* L. K., welche Zograf untersuchte, erlangt allerdings, wie u. A. sein schöner Medianschnitt Fig. 41, S. 23 und

[1] Bezüglich dieser Arbeit ist in Will's Literaturverzeichniss Band und Jahreszahl unrichtig angegeben.

Fig. 53, S. 32 zeigt, der primäre peripherische oder äussere Keimstreif vor der Einstülpung keine so grosse Ausdehnung; letzterer ist aber doch viel beträchtlicher als bei den Chilognathen, er umspannt nämlich immerhin noch drei Viertheile eines Mediankreises — und zeigt auch der noch uneingestülpte Keimstreif eine viel höhere Entwicklungsstufe. (Vergl. Fig. 34—39.) [1]

Soweit die Myriapoden-Embryologie bisher überhaupt bekannt ist, führt sie uns also zu dem der Will'schen Darstellung wenig günstigen Schlusse, dass nämlich die langkeimigen oder tanyblastischen Chilopoden sich später und zum Theil weniger einstülpen als die kurzkeimigen oder brachyblastischen Chilognathen, und das scheint mir wohl darauf hinzudeuten, dass die sogenannte Bauchkrümmung der Myriapoden nicht einfach durch das Längenwachsthum, sondern zum Theil vielleicht mehr durch andere Verhältnisse, wie u. A. durch die noch später zu berührende Art der Rückenbildung bedingt sei.[2]

Aus dem über die geringe Länge der reifen Chilognathen-Embryonen Mitgetheilten ergibt sich ferner von selbst, dass Will's Hypothese hinsichtlich der Erklärung der im Vergleich zu den ausgebildeten Myriapoden geringen Segmentzahl der Insecten durch Reduction eines Theiles des eingestülpten Myriapoden-Keimes nicht wohl für die Chilognathen gelten kann, denn durch eine solche Reduction würde ja der betreffende Insectenkeim mindestens das ganze Abdomen einbüssen.

Mir scheint aber auch die Anwendung der Hypothese auf das vielringelige Chilopoden-Protosoma nicht so ohne Weiteres statthaft, insofern ja diese Hypothese eine weitere Annahme, nämlich die einer stattgefundenen Verlegung des Afters zur Voraussetzung hat, welcher ausserdem nach der übereinstimmenden Darstellung von Metschnikof und Zograf und im Gegensatze zu den entoptychischen Insecten gerade am Chilopoden-Keimstreif schon beträchtliche Zeit vor der Bauchknickung angelegt wird.

Ein weiteres Hinderniss für die Homologisirung der Hexa- und Myriapoden-Invagination liegt dann meines Erachtens in der von Will zu wenig beachteten Verschiedenheit der Form dieser Einstülpung, die etwa nicht, was gleich beigefügt sein mag, durch die Verschiedenheit des zeitlichen Verlaufes der Invagination ausgeglichen wird.

Wie an wirklichen Längs- und Querschnitten zuerst von mir (19, S. 420 u. Nr. 22, Taf. V, Fig. 34 u. 35) gezeigt wurde, ist der eingestülpte Keim der entoptychischen Insecten ein wirkliches, handschuhfingerartiges Hohlgebilde, das also am Querschnitt die Form eines rings geschlossenen (mehr oder weniger abgeplatteten) Ringes besitzt. Nach Will's Darstellung wäre nun allerdings das Verhalten bei den Myriapoden ein ganz ähnliches. S. 242 heisst es nämlich: „Der kurze [3] Keimstreif krümmt sich zunächst und senkt sich ein wenig in den Dotter ein; diese anfangs flache, napfartige Einstülpung wächst immer mehr aus, bis schliesslich eine tiefe Invagination entsteht, die genau dem uns von den Insecten bekannten Bilde gleicht."

Betrachten wir zunächst die Zustände bei *Geophilus*, so ergibt sich aus den vorliegenden Abbildungen und Beschreibungen zur Evidenz, dass die Einstülpug des Keimes für sich betrachtet (von dem mit in die Falte hineingezogenen übrigen, der Insecten-Serosa zu vergleichenden dünnen Blastodermtheil muss ja im Sinne Will's ganz abgesehen werden) nicht die Form eines Handschuhfingers, sondern vielmehr die eines geknickten massiven, aber mehr abgeplatteten Fingers hat. Man sieht dies besonders schön an dem von Zograf in Fig. 42 u. 43, S. 24 abgebildeten isolirten Keimstreif. Hier wird der Keimstreif zwischen dem 23. und 24. Stammsegment durch eine seine ganze Breite einnehmende Querfurche, die eben der Knickunglinie entspricht, in zwei durch eine seitliche Einkerbung scharf getrennte Abschnitte (secundäre Macrosomiten) getheilt, eine Erscheinung, die ich später auch für gewisse, mit dem

[1] Nach den citirten Abbildungen Fig. 41 und 53 zu urtheilen, geht hier der definitiven totalen Einstülpung eine zweite partielle (Fig. 41) voran, die später wieder verschwindet, worauf der Keimstreif (Fig. 53) ein entsprechend grösseres Stück der Peripherie umspannt.

[2] Es warnt u. A. Reichenbach (70) S. 16 und 17 davor, alle Formveränderungen einfach auf den durch die Zellenvermehrung bedingten Druck und Zug zurückzuführen.

[3] Dieses Epitheton gilt bekanntlich nur für den Chilognathen-, nicht aber für den Chilopodenkeim.

Abdominaltheil im Dotter versenkte Insecten-Embryonen nachweisen werde, worüber man einstweilen in der vorliegenden Arbeit Fig. 16 *x* und Fig. 28 *x* zum Vergleich heranziehen möge.

Aber auch bei den Chilognathen kann auf Grund von Metschnikof's Darstellung von einer „napfartigen", beziehungsweise handschuhfingerartigen Einstülpung des eigentlichen Keimes nicht die Rede sein. Metschnikof selbst spricht nämlich ganz ausdrücklich nur von einer „Querfalte" (S. 257) oder „Querfurche" (S. 268 u. 272) und speciell dessen Abbildung Fig. 11, Taf. 24 von einem relativ sehr früh sich einstülpenden Keimstreif von *Strongylosoma Guerinii*, wo die „Querfurche" nahezu die halbe Peripherie umspannt und an den Seiten deutlich erweitert ist, liefert uns den augenscheinlichen Beweis, dass es sich auch hier nicht um eine eigentliche Einstülpung, sondern um eine Knickung und Versenkung des in den Grundzügen bereits fertigen Keimstreifs handelt.

Die Gewagtheit der Will'schen Vergleichung erhellt übrigens am allerdeutlichsten, wenn wir uns an dessen Satz (S. 241) erinnern, dass bei den entoptychischen Insecten „Alles, was sich einstülpt, zum Keimstreif gehört". Dieser Satz gilt nämlich von den Myriapoden insoferne nicht, als hier auf keinem Fall die ganze Einstülpung aus dem Keimstreif besteht, da ja auch ein beträchtlicher Theil des dünn bleibenden serosa-ähnlichen Blastoderms mit in den Dotter hineingezogen wird.

Schliesslich muss ich noch einen Punkt hervorheben, der mir gleichfalls sehr gegen die Will'sche Hypothese zu sprechen scheint. Er knüpft sich an die Schlussfolgerung Will's (S. 247), „dass die Insecten mit inneren Keimstreifen als die ältesten Formen anzusehen sind, aus dem einfachen Grunde, weil diese sich bezüglich der Entstehung ihres Keimstreifens und ihrer Hüllen am engsten an die Myriapoden anschliessen."

Ohne damit im entferntesten die durch viele andere Homologien wahrscheinlich gemachte Stammverwandtschaft der Insecten und Myriapoden in Zweifel ziehen zu wollen, will es mir doch scheinen, dass gerade mit Rücksicht auf die Keimhüllen zwischen den Myriapoden und den entoptychischen Insecten ein grösserer Unterschied besteht, als zwischen den ersteren und gewissen ectoptychischen Hexapoden.

Hiebei habe ich zunächst die Endzustände der Hüllen und insbesondere — was mir ein sehr bedeutungsvolles Verhalten zu sein scheint — deren Beziehung zum Abschluss der Körperwand des Embryos, die sogenannte Rückenbildung vor Augen. Und hier zeigt sich eben zwischen den von Will in unmittelbaren Zusammenhang gebrachten Tracheatengruppen ein ganz fundamentaler Gegensatz. Während nämlich, wie insbesondere aus Zograf's Untersuchungen an Schnitten erhellt, bei den Myriapoden die dünn bleibende oder serosa-ähnliche Blastodermzone nach vollzogener Versenkung des Keimstreifs zur Dorsalwand des Embryos wird, findet bekanntlich, wie Brandt (4) und ich (22) gezeigt haben, bei den entoptychischen Insecten ein sogenannter Riss der Keimhüllen statt, wobei die Serosa oder das Ectoptygma im Innern des durch das Amnion oder Entoptygma zum dorsalen Abschluss gelangenden Embryonalleibes abgeschnürt wird, und sodann innerhalb des Dotters der Auflösung anheimfällt.

Mit Bezug auf diese und manche andere Thatsachen scheint mir auch C. Heider's „Überzeugung" (S. 79) nicht so sicher begründet, „dass wir bei den Insecten die Involution der Embryonalhüllen durch Bildung eines Rückenorgans als den ursprünglichen und die Abstossung desselben durch spontane Amputation (bei Lepido- und Hymenopteren) als einen abgeleiteten Vorgang anzusehen haben".

Was die Keimhüllen betrifft, so scheinen mir den Myriapoden unter allen bisher embryologisch untersuchten Insecten die hemi-ectoptychischen Musciden am nächsten zu stehen, indem bei ihnen, wie zuerst von Kowalevsky (44) und dann von Voeltzkow (74) und mir (25) auf das unzweifelhafteste nachgewiesen wurde, nicht nur das Ento-, sondern auch, ähnlich wie bei den Myriapoden, das ganze Ectoptygma zur definitiven Dorsalwand des Embryos wird. Selbstverständlich darf aber diese Ähnlichkeit nicht ohne Weiteres als Beweis einer wirklichen Verwandtschaft der genannten Tracheatengruppen hingestellt werden.

Indem ich vorläufig von manchen anderen die Keimhüllen-Phylogenie betreffenden Hypothesen Will's, z. B. der, dass (S. 244) die Kopfserosa eine secundäre Bildung sei, absehe, möchte ich hinsichtlich dieser

wohl nur durch neue gewissenhafte Untersuchungen lösbaren Frage an die gegen einige meiner eigenen, allerdings nur bedingungsweise hingestellten Schlussfolgerungen gerichtete Äusserung Emery's (14) erinnern, dass nämlich bei der Beurtheilung der stammverwandtschaftlichen Beziehungen der Thiere die embryologischen Verhältnisse nicht ausschliesslich als massgebend angesehen werden sollen.

Fassen wir die bisherigen Ausführungen mit den von uns bei früheren Gelegenheiten (19) entwickelten Anschauungen kurz zusammen, so können wir etwa so sagen: Es besteht unseres Erachtens kein wesentliches Hinderniss, den nur hinten eingebogenen oder opisthocamptischen Keim der sogenannten entoptychischen Insecten auf den meist vorne und hinten eingekrümmten oder amphicamptischen Keim der sogenannten ectoptychischen Formen zurückzuführen, man kann aber nicht den in der Mitte eingebogenen oder mesocamptischen Keim der Myriapoden ohne Weiteres mit den zwei eben genannten Protosoma-Zuständen vergleichen.

Ich muss nun hier zunächst noch auf die wichtige Frage nach der Antheilnahme der Insectenkeimhüllen an der Leibeswandbildung zurückkommen.

Nachdem ich in meiner hierüber gelieferten Arbeit (22) den überzeugenden Beweis geliefert zu haben glaubte, dass speciell bei den amphirhegmagenen Insecten, wie z. B. bei *Hydrophilus*, das Amnion oder Entoptygma in die Rückenwandbildung eingeht, stellt neuerdings C. Heider (37, S. 26 Anmerkung) die Behauptung auf, dass ich seiner Ansicht nach den Beweis dafür, dass die aus dem umgeschlagenen kleinkernigen Entoptygma gebildete und über dem abgeschnürten grosskernigen Ectoptygma liegende einschichtige Rückenwand später nicht doch „resorbirt" werde, sondern wirklich am Aufbau des Embryos participire, „durchaus nicht erbracht" habe.

Da sich C. Heider (S. 79) gleich mir gegen die oben besprochene Will'sche Hypothese wendet, nach welcher das Entoptygma der Insecten auf den reducirten Caudaltheil des Myriapoden Keimstreifs zurückzuführen wäre, macht es mir den Eindruck, dass er zunächst aus theoretischen Gründen der von mir vertretenen Ansicht nicht beipflichten will, dass das Entoptygma einen integrirenden Bestandtheil des Embryonalleibes bilde. Indessen ist ja klar, dass diese meine Ansicht von jener Will's ganz und gar unabhängig ist. Das primäre ventrale Entoptygma braucht ja nicht ein reducirter Theil eines wirklichen Keimstreifs zu sein, und kann ja doch, wenn es auf der ventralen Hemisphäre die nöthige Ausdehnung erreicht hat und in der Mittellinie gerissen ist, durch Umschlagung auf den Rücken und unter gewissen Umwandlungen zur definitiven Rückenwand werden.

Es fragt sich indessen in erster Linie auch gar nicht um die Wahrscheinlichkeit einer Antheilnahme des Entoptygmas an der Leibeswandbildung, sondern um das thatsächliche Stattfinden oder Nichtstattfinden einer solchen, und auch nur von diesem Gesichtspunkte aus, und weil ich ferner in der Lage bin, einige neue Thatsachen mitzutheilen, will ich noch einmal in eine kurz gedrängte Besprechung dieser Verhältnisse eingehen.

Was zunächst speciell die Zustände bei *Hydrophilus* anlangt, so kann es wohl für Niemanden, der meine betreffende Darstellung aufmerksam verfolgt und die einschlägigen genau nach der Natur gezeichneten Abbildungen (37, Taf. I, Taf. II) vergleicht, zweifelhaft bleiben, dass hier nach dem Riss der Hüllen ein grosser Theil der Seiten- und Rückenwand thatsächlich vom Entoptygma gebildet wird, dessen Zellen von jenen des angrenzenden Keimstreifectoderms kaum zu unterscheiden sind. Wenn aber C. Heider verlangt, ich hätte auch das Nichtresorbirtwerden der entoptygmatischen Rückenwand beweisen sollen, so scheint mir dies unter den gegebenen Umständen eine kaum erfüllbare Forderung zu sein. [1]

[1] Dass C. Heider in dieser Beziehung wohl etwas zu weit geht, ersieht man auch aus dem mir eben zugekommenen höchst interessanten Aufsatz von J. Nusbaum (61). Da heisst es nämlich S. 112: Die definitive Begrenzung des Embryo rückens findet bei *Meloe* nur durch das Entoptygma statt." Sehr bemerkenswerth sind auch Nusbaum's Ansichten über den Zusammenhang der Keimhüllenzustände mit den speciellen Lebensanpassungen des Keimes. Es ist mir in der That eine grosse Befriedigung, zu sehen, dass meine einschlägigen Studien wenigstens den Anstoss zu neuen gründlichen Untersuchungen gegeben haben.

Bei dieser Gelegenheit mag übrigens bemerkt werden, dass C. Heider's eigene Darstellung der Keimhüllenzellen (vergl. z. B. 37 die Figuren seiner Tafel VII) eine mehr schematische ist, indem u. A. der bedeutende Unterschied zwischen den Ecto- und Entoptygma-Elementen vielfach gar nicht zum Ausdruck gelangt.

Ebenso klar wie bei *Hydrophilus* ist von mir die Antheilnahme des Entoptygmas bei der Rückenbildung für *Melolontha, Gryllotalpa* und *Pyrrhocoris,* namentlich aber für erstere Form erwiesen, und erlaube ich mir einfach auf die betreffende Darstellung (vergl. 22, Taf. 3—5) zu verweisen. Dagegen bedarf das Verhalten bei *Lina*, wie ich seinerzeit selbst (22) hervorhob, noch einer genaueren Überprüfung, was übrigens auch für *Chironomus* und die Phryganiden gilt.

Überaus lehrreich für unsere Frage sind dann die schon oben erwähnten Museiden. Sie zeigen uns so recht deutlich, wie die Beschränkung auf eine einzige Form, wie wir sie in den insectenembryologischen Untersuchungen C. Heider's finden, trotz der sonstigen Vortheile, leicht zu einseitigen und falschen Auffassungen führen kann.

Meine einschlägigen Schnitte, zumal die auf Taf. III und VII (vergl. insbesondere Fig. 72) abgebildeten Mediandiagramme, zeigen auf das klarste, dass hier nicht blos das bekanntlich wenig entwickelte Dorsal-Entoptygma, sondern auch das Ectoptygma in die Rückenbildung eingeht, und zwar, ohne dass eine spätere Resorption dieses ptygmatischen Zellmateriales oder eine Verdrängung desselben durch das eigentliche Keimstreif-Ectoderm beobachtet werden könnte. Jedenfalls erfahren aber hier die anfangs relativ grosskernigen Ectoptygmazellen eine beträchtliche Umwandlung, die noch genauer zu verfolgen wäre.

Eine wichtige, wenn auch nur indirecte Stütze für die in Rede stehende Antheilnahme des Entoptygmas an der Rückenbildung bilden dann die Schmetterlinge. Hier wird zwar bekanntlich das eigentliche Entoptygma — ich meine die äussere Lamelle der von mir als Notoptyche bezeichneten dorsalwärts wachsenden Keimstreif-Entoptyche-Falte — vom Keimstreif zuletzt völlig abgeschnürt und participirt also nicht an der Rückenbildung; es stimmt aber, wie zuerst Hatschek (34) bei *Bombyx chrysorrhoea,* dann Tichomirof (71) bei *B. mori* gezeigt hat, und wie ich es selbst (22) u. A. bei *Sphinx tiliae* (vergl. Fig. 39* *rr'* Taf. VI) und *Gasteropacha quercifolia* bestätigt fand, die innere, zur Rückenhaut werdende Lamelle dieser Lepidopteren-Gastroptyche, welche sich als continuirliche, wenn auch von keinem Unterblatt begleitete Fortsetzung des eigentlichen Ectoderms erweist, so vollständig mit dem eigentlichen Entoptygma überein, dass man sie füglich auch geradezu zu letzterer rechnen könnte.

Genau das nämliche Verhalten konnte ich ferner in der letzten Zeit auch bei *Zygaena* (Fig. 112), sowie bei *Pieris* (Fig. 113) constatiren. Man sieht auf diesen Medianschnitten, dass sowohl auf der cephalen (*x*) als auf der analen Partie der Notoptyche das zur Rückendecke werdende Innenblatt histologisch in der That von dem zur Abschnürung gelangenden Aussenblatt oder dem eigentlichen Entoptygma (*ih*) sich in keiner Weise unterscheiden lässt.

Ganz ähnliche Hüllenzustände hat dann bekanntlich Kowalevsky (43) unter den Hymenopteren für *Apis* nachgewiesen. Ich selbst war dann mit Rücksicht darauf, dass Grassi (26) längere Zeit hindurch die Richtigkeit der Kowalevsky'schen Darstellung bezweifelte, ganz besonders auch bemüht, die wirkliche Sachlage bei anderen Hymenopteren aufzuklären. Es gelang mir dies zunächst — wie aus meiner Keimhüllenarbeit zu ersehen ist, wenigstens einigermassen — bei *Polistes* und *Formica.* Weit vollständiger waren aber die Ergebnisse meiner in der letzten Zeit bei *Hylotoma* angestellten Untersuchungen, worüber ich nun in Kürze berichten will.

Der mediane Sagittalschnitt Fig. 137 zeigt uns bezüglich der Keimhüllen ein Verhalten, das im Wesentlichen ganz mit dem in Fig. 112 und 113 von *Zygaena,* beziehungsweise von *Pieris* dargestellten übereinstimmt, nur mit dem Unterschied, dass hier wie bei den übrigen bisher untersuchten Hymenopteren zwischen Ento- und Ectoptygma kein Dotter vorhanden ist. Bei *x* sieht man, und zwar unmittelbar unter dem Ectoptygma (Serosa) *ah* das Ende der cephalen, bei *y* jenes der analen Notoptyche. Auch hier sind nun beide Blätter dieser Falten wenigstens in einiger Entfernung von den Rändern des Unterblattes vollkommen gleich. Die Rückenwand des Embryos besitzt also im primären Zustand einen völlig entoptygmati-

schen Charakter, und man könnte daher auch hier dieses innere Notoptyche-Blatt in gewissem Sinne als einen über die dorsale Grenze des eigentlichen Ectoderms verlängerten Entoptygma-Abschnitt auffassen. In Fig. 138 ist dann das Stadium abgebildet, in welchem nach der früher erfolgten Vereinigung der Notoptyche die Trennung ihrer beiden Blätter vollzogen ist. Auf dem Rücken sehen wir nun drei dünne Epithelialhäute: zu äusserst das relativ grosskernige Ectoptygma *ah*, dann das jetzt gleichfalls rings um den Embryo eine geschlossene Blase formirende Entoptygma *ih* und endlich zu innerst die eigentliche Rückendecke *r*. Letztere hat in ihrem mittleren Abschnitt noch vollständig ihren primären Charakter bewahrt, während ihre Zellen nach vorne, gegen den Kopf, und nach hinten, gegen das Schwanzende nach und nach höher werden und so allmälig den Typus der Zellen des eigentlichen Ectoderms annehmen. Jedoch fehlt noch in diesem Stadium, und zwar fast längs des ganzen Rückens, d. i. ungefähr so weit als der Dotter reicht, das Unterblatt. Andeutungen eines Zerfalles oder einer Resorption dieses primären entoptygmoiden Rückenepithels konnte ich auch an den zahlreichen Querschnitten, die ich von diesen Stadien besitze, die ich aber erst in der nächsten Abhandlung bringen werde, niemals wahrnehmen. Wohl aber dünkt es mir wahrscheinlich, dass die Vermehrung der Rückendeckenzellen von einer Contraction der ganzen Haut und einer gewissen Umformung oder Adaptirung ihrer Elemente begleitet wird. Das sind indessen Vorgänge, die sich an Schnitten überhaupt kaum genauer verfolgen lassen und eine Beobachtung am lebenden Object erfordern, welche letztere gerade an diesen Eiern, wie ich mich überzeugte, nicht gut möglich ist. Endlich zeigt noch Fig. 139 ein Bild des Endstadiums, wo das Rückenepithel *r* bereits den definitiven Charakter aufweist und auch fast in seiner ganzen Ausdehnung vom Mesoderm begleitet ist.

Im Gegensatz zu den Schmetterlingen, bei denen einerseits das Entoptygma nach seinem Abschluss bald vom Embryo zerrissen wird, während anderseits auch das Ectoptygma gleichzeitig mit dem Aussendotter in den Darm des reifen Embryos übergeht, persistiren bei *Hylotoma* die beiden Keimhüllen bis zum Ausschlüpfen der Larve und scheint, so viel ich mich überzeugt zu haben glaube, wenigstens das Ectoptygma in der verlassenen Eischale zurückzubleiben. Das Endschicksal der Innenhülle ist deshalb schwer zu ermitteln, weil es zuletzt ausserordentlich zart wird, und zum Theil sehr fest mit dem Ectoptygma verbunden erscheint.

Ich muss hier noch Einiges über die feinere histologische Structur der *Hylotoma*-Keimhüllen und insbesondere über jene des Entoptygmas sagen, welche ein ganz eigenthümliches, so viel mir bekannt ist, bisher noch von keinem Insect dargestelltes Verhalten aufweist.

Fig. 110 gibt eine stark vergrösserte Flächenansicht eines Stückes dieser im Allgemeinen sehr leicht selbst in toto zu isolirenden Hüllepithelien im tingirten Zustand. Das Ectoptygma weist das gewöhnliche Verhalten auf. Es besteht aus sehr flachen grossen, meist hexagonal umgrenzten, aber, wie es scheint, von keiner Membran umschlossenen Zellen mit kaum färbbarem Protoplasmahof. Die Kerne sind von entsprechender Grösse, kreisrund und linsenförmig abgeplattet. Sie färben sich mässig stark und zeigen einen oder ein Paar sehr stark tingirte Körperchen.

Was nun das Entoptygma betrifft, so sind seine Zellen ursprünglich bis auf die geringere Grösse den Ectoptygmaelementen ähnlich. Sehr frühzeitig, nämlich schon vor dem Abschluss dieser Hülle, findet aber eine bedeutende Veränderung statt, die bald nach dem Abschlusse der Hülle das auf dem unteren Theile unserer Figur (*ih*) dargestellte Verhalten ergibt. Das betreffende Epithel erinnert hier an ein grobmaschiges reticuläres Bindegewebe. Das Plasma der einzelnen Zellen ist beträchtlich geschrumpft und besteht hauptsächlich nur aus mehreren von dem kaum nachweisbaren Kernhof ausstrahlenden Fäden, mittels welcher die Zellen zu einem syncitiumartigen Netzwerk vereinigt werden. Dabei haben auch die Kerne ihre abgerundete Contur verloren, indem sie, den von ihnen auslaufenden Plasmasträngen entsprechend, bald längere, bald kürzere Fortsätze besitzen. Ausserdem sind die Kerne des Entoptygmas stärker tingirt als jene des Ectoptygmas.

An einzelnen unregelmässig umgrenzten Entoptygmapartien ist die Plasmaschrumpfung verhältnissmässig gering und kann man so oft an einem Präparat mehrere Übergangsstufen beobachten. Fraglich blieb es mir, ob nicht vielleicht, wie dies Tichomirof (71) beim Seidenspinner nachgewiesen hat, durch einzelne

der erwähnten Zellausläufer eine wenn auch lose Verknüpfung der beiden Hüllen untereinander bewerkstelligt wird.

Schliesslich mag bezüglich der Rückenbildungsfrage noch an das eigenthümliche, von mir (22) constatirte Verhalten bei Stenobothrus erinnert werden. Hier erscheint zwar (vergl. 22, Fig. 1, Taf. I) die primäre innerhalb des Dotters zum Abschluss gelangende Rückendecke als unmittelbare und in keiner Weise dem Entoptygma zuzurechnende Fortsetzung des Keimstreif-Ectoderms; sie stimmt aber gleichwohl zumal auch an ihrer Ursprungsstelle am Keimstreifrand, beziehungsweise am Entoptygma-Ursprung mehr mit der Innenhülle als mit dem eigentlichen Ectoderm überein. Ja es könnte sogar auf Grund des in Fig. 2 dargestellten Verhaltens die auf den ersten Blick paradoxe Ansicht vertreten werden, dass die Rückendecke nur eine seitliche Abzweigung des Entoptygmas sei.

Kehren wir nun wieder zur ursprünglich aufgeworfenen Frage zurück, wie den eigentlich der Begriff „Keimstreif" zu fassen sei.

Im Gegensatze zu Will, der, wie wir gesehen haben, unseren Begriff viel zu weit nimmt, indem er zum Keimstreif auch die Hülle des Keimstreifes rechnet, gebraucht u. A. C. Heider (37) diesen Begriff in einem wie ich zeigen werde, viel zu eingeschränkten Sinne.

Er sagt hierüber unter Berufung auf Kowalevsky (43, S. 48) S. 79 Folgendes: „Im Allgemeinen bezeichnet man als Keimstreif die (meist schon segmentirte) Embryonalanlage nach erfolgter Keimblätterbildung."

Indem ich einräumen will, dass die C. Heider-Kowalevsky'sche Fassung des Protosoma-Begriffes für Hydrophilus und auch für manche andere Insecten nicht unpassend sein mag, werde ich nun zeigen, dass diese Fassung im Allgemeinen in der That eine viel zu enge ist, indem insbesondere das Segmentirtsein und die Gegenwart eines unteren Blattes, beziehungsweise die Mehrschichtigkeit nicht als die Wesensmerkmale des Keimstreifes speciell bei den gastroptychischen, das ist bei den durch eine bauchständige Keimhüllenfalte ausgezeichneten Insecten angesehen werden können.

Man muss hier von der ersten Differencirung des Blastoderms ausgehen. Letzteres sondert sich bekanntlich in eine relativ dickwandige und in eine relativ dünnwandige Zone, welche zwei Zonen bekanntlich (man vergl. u. A. das Flächenbild Fig. 10 in meiner Arbeit über die primäre Segmentirung des Insectenkeimstreifes, sowie Heider's (37) Fig. 52, Taf. V) anfangs ohne scharfe Grenze in einander übergehen. Ich habe schon früher (22) für erstere den Ausdruck Blastozone, für letztere den Terminus Kalymmozone vorgeschlagen und lehrt uns gerade die hinsichtlich des Keimstreifbegriffes herrschende Unklarheit, dass es nothwendig ist, die primären Differencirungsbestandtheile des Blastoderms auch in bestimmter Weise zu determiniren.

Später erhebt sich[1] dann bei der überwiegenden Mehrheit der Insecten, wenn auch keineswegs überall gleichzeitig, im ganzen Umfange der Blastozone, deren Form und Ausdehnung aber bei den einzelnen Insecten oft sehr verschieden ist, eine Falte, die Gastroptyche.

Von den beiden Lamellen dieser Falte entsteht nun im Allgemeinen die innere oder die entoptygmatische Lamelle ganz oder doch zum Theile aus der Blastozone.

So hat es unter Anderem, im Gegensatze zu Bobretzky's (3) und Kowalevsky's (43) Angaben bei den Schmetterlingen (66), Patten bei den Phryganiden zur klaren Darstellung gebracht. (Vergl. dessen Fig. 8, Taf. XXXVI *B*.)

Dass die Entoptygmaanlage oft ganz oder doch vorwiegend aus der Blastozone hervorgeht, habe ich dann auch selbst in meiner Keimhüllenarbeit für verschiedene ecto- und entoptychische Insecten gezeigt, und wolle man diesfalls u. A. die Fig. 15, 28, 34 u. 35 näher besichtigen.

[1] Dass es sich bei der Gastroptychebildung um einen Act der Zellvermehrung und überhaupt des Wachsthums handelt, kann wohl von Niemand in Abrede gestellt werden, und es entspricht wohl nicht ganz den thatsächlichen Zuständen, wenn Kennel (41, *I*) S. 210 nur von einer Einstülpung des Keimes spricht und meint, „der Keim sinkt gleichsam gegen den von Dotter erfüllten Raum des Eies ein", wodurch dann die Keimhüllenfalte entstehen würde.

Überaus deutlich hat dann das gleiche Verhalten C. Heider (37) bei *Hydrophilus* zum Ausdrucke gebracht, wo (vergl. dessen Taf. VII) in der ersten Zeit des Auftretens der Hüllen und auch noch, nachdem sie sich theilweise schon geschlossen haben, insbesondere der proximale Entoptygmaabschnitt fast ebenso dick als das eigentliche Keimstreifepithel ist, und (vergl. z. B. Fig. 80), was C. Heider im Text allerdings nicht weiter berührt, gleich dem letzteren stellenweise sogar mehrschichtig ist.

Ähnliche Zustände bringt schliesslich auch die vorliegende Arbeit zur Darstellung. So erscheint z. B. in Fig. 31 und 32 das caudale Entoptygma *ih* von *Lina* genau ebenso dick, wie das Keimstreifepithel *ec*. Desgleichen sind die im Bereiche der thoracalen Keimstreifregion sich erhebenden und ursprünglich fast selbstständigen Lateraltheile des Entoptygmas, hinsichtlich ihrer Dicke und übrigen Beschaffenheit vom Keimstreif-Ectoderm nicht zu unterscheiden und erweisen sich mit Rücksicht auf ihre Entstehung auch thatsächlich als umgestülpte Blastozonalränder.

Das Gleiche findet man dann, wie ich übrigens auch schon früher (vergl. auch 21 Fig. 10) zur Darstellung brachte, bei Stenobothrus (Fig. 49), wo die Differenz zwischen der dicht- und kleinkernigen Blastozone (*ec*, *ih*) und der locker- und grosskernigen Kalymmozone (*ah*) sozusagen ihr Maximum erreicht.

Verhältnissmässig dünn dagegen erscheint die erste Entoptygmaanlage u. A. bei den Schmetterlingen (vergl. u. A. Fig. 114—130), sowie unter den Dipteren bei *Chironomus*, bei welcher letzteren Form (22, Fig. 48) ursprünglich kaum ein Unterschied zwischen Ento- und Ectoptygma-Lamelle bemerkbar ist.

Hier möchte ich noch die Vermuthung aussprechen, dass die relativ grosse Dicke der Entoptygmaanlage bei gewissen Insecten, welche bekanntlich Will als verdünnten Keimstreifabschnitt auffasst, abgesehen von seiner gesammten Grössenentfaltung vielleicht auch zum Theile damit im Zusammenhange steht, dass hier das Entoptygma später entweder direct als Rückendecke in den Rahmen des eigentlichen Ectoderms eingefügt wird oder wenigstens Zellmaterial zur Vergrösserung des letzteren liefert.

Aus dem Mitgetheilten ergibt sich nun meines Erachtens eine ebenso einfache als natürliche Definition des (bekanntlich nicht immer streifenförmigen) Protosomas.

Unter Protosoma hätte man nämlich den vom Entoptygma oder der Protosomahülle umgrenzten Abschnitt der Blastozone zu begreifen und würde sich dieser Begriff nur in jenen bei den Insecten im Ganzen seltenen Fällen mit dem der Blastozone selbst ganz oder fast ganz decken, in welchen, wie z. B. bei den Muscïden nur ein höchst unvollständiges oder aber (wie vielleicht bei den Lepidopteren) zwar ein vollständiges, aber kalymmozonales Entoptygma zur Entfaltung gelangt.[1]

Ich habe dieser den Meisten wohl ohnehin einleuchtenden Formulirung des Protosomabegriffes nur noch ein paar kurze Erläuterungen beizufügen.

Zunächst wiederhole ich, dass man nicht den weiteren Begriff Blastozone für den engeren setzen, das ist das Entoptygma zum Protosoma rechnen darf, denn das wäre gerade so widersinnig, als wenn man das aus dem Blastosoma-Epithel wohl fast allgemein durch Einstülpung sich bildende Unterblatt oder den Ptychoblast auch noch nach erfolgter Abschnürung als Blastoderm, beziehungsweise etwa als Ectoderm bezeichnen würde.

Anderseits ist aber auch klar, dass man ausser meinem Begriff Protosoma noch einen zweiten Begriff aufstellen müsste, wenn nach der Ansicht Kowalevsky-Heider nur das schon differencirte mehrschichtige und eventuell auch segmentirte Protosoma diesen Namen verdiente. Dies scheint mir aber nicht nothwendig zu sein, da man ja die verschiedenen Entwicklungsstufen des Protosomas, durch Epitheta, wie „primär," „differencirt" etc. beliebig genau charakterisiren kann. Dass aber die von den genannten Forschern dem Protosoma beigelegten Merkmale des Segmentirt- und Geschichtetseins keine wesentlichen, beziehungsweise

[1] Indem ich im Gegensatz zu vielen Forschern speciell bei den Insecten die scharfe Auseinanderhaltung der Begriffe „Keimzone" und „Keimstreif", beziehungsweise „Embryonalanlage" empfehle, befinde ich mich auch in Übereinstimmung mit der einschlägigen Terminologie bei den Wirbelthieren, wo man ja auch bekanntlich zwischen Keimscheibe und Embryonalanlage unterscheidet. Übrigens hebt auch schon Weismann (76, S. 95) hervor, dass die Grenzen des Keimstreifs durch die Ausbreitung des Faltenblattes bestimmt werden.

allgemeinen sind, ergibt sich schon daraus, dass, wie ich gleich zeigen werde, bei zahlreichen Insecten die Segmentirung und Gastrulation nicht wie bei *Hydrophilus* der Abgrenzung des Protosomas durch das Entoptygma, also gewissermassen der Contourirung der ersten Leibesanlage vorhergeht, sondern ihr zum Theile erst dann folgt, wenn die Protosoma-Hülle schon völlig geschlossen und das Protosoma durch gänzliche Loslösung dieser Hülle vom Ectoptygma und zum Theile auch durch seine Versenkung in den Dotter zu einem völlig selbstständigen, vom ursprünglichen blastodermalen Erzeugungsherde auch räumlich getrennten Gebilde geworden ist.

Dieses letztere Verhalten finden wir u. A. zunächst, wie ich übrigens schon in einer früheren Schrift (21) mittheilte, bei Stenobothrus. Hier (vergl. Fig. 73 der vorliegenden Abhandlung) sieht man ein isolirtes, uhrglasförmiges Protosoma (*p—e*), dessen zum Theile absichtlich (rechts) wegpräparirte Hülle schon ganz geschlossen und auch vom auffallend grosskernigen Ectoptygma vollständig getrennt ist, während das aus hohen Cylinderzellen bestehende Protosoma noch keine Spur von Segmentirung oder Gastrulation erkennen lässt. Es wäre nun gewiss ganz unnatürlich, wenn man diesem Gebilde den Namen Keimstreif erst dann zuerkennen würde, wenn es, was ja ohnehin nur ganz schrittweise geschieht, die aus den Fig. 74—75 ersichtliche wirkliche Streifenform angenommen und zugleich ein unteres Blatt (*Pt*) erhalten hat.

Am allermeisten sprechen aber die bei den Schmetterlingen obwaltenden Zustände gegen die Kowalevsky-Heider'sche Auffassung. Hier ist nämlich (vergl. Fig. 93—95 der vorliegenden Arbeit), wie übrigens zum Theile wenigstens schon Tichomirof (71 vergl. u. A. dessen Textfiguren 21, S. 39) nachgewiesen hat — das sehr frühzeitig von einer geschlossenen (in unseren Figuren weggelassenen) Hülle umgebene Protosoma schon tief im Dotter versenkt und hat ferner nicht blos schon eine wirkliche Streifenform (Fig. 95), sondern auch eine Art Kopf (*K*) und Schwanzanlage erhalten, bevor noch eine Spur des unteren Blattes sichtbar wird.

Es wäre eigentlich noch festzustellen, bis zu welchem Entwicklungsstadium die Anlage des Insecten-Embryos als Keimstreif bezeichnet werden soll. Da scheint es mir nun das einfachste zu sein, der Embryonalanlage diesen Namen solange zu geben, als sie am Rücken noch offen ist und überhaupt ohne Verletzung als solche präparirt werden kann. In den späteren Stadien wäre dann der Keim als „Embryo" im engeren Sinne zu bezeichnen.[1]

In der Folge gebrauche ich aber auch den Ausdruck Keimstreif gelegentlich in einem weiteren Sinne, das ist auch für den Embryo oder das geschlossene Protosoma.

II. Capitel.

Anlage, Form und Wachsthumsweise des Keimstreifs.

Soweit diese Zustände bisher erforscht sind, erscheint bei den Insecten die erste Anlage des Protosomas stets als ein durchaus einheitliches Gebilde. Ich erwähne dies deshalb, weil es bekanntlich Arthropoden gibt, bei denen die Protosoma-Anlage discontinuirlich zu sein scheint.

So setzt sich u. A., wie die meisterhaft ausgeführten Tafeln in Reichenbach's Werk über die Flusskrebsentwicklung (70) zeigen, die Keimstreifanlage dieses Thieres aus vier, beziehungsweise fünf anfänglich ganz isolirten oder inselartigen Blastodermverdickungen zusammen.[2]

[1] Der Ausdruck „Embryo" wird häufig für den gesammten differenzirten Ei-Inhalt angewendet. Dass dies aber misslich ist, beweist u. A. das Verhalten bei den entolekithischen, d. i. bei jenen Insecten, deren Embryo ganz im Dotter versenkt ist. Da müsste man nämlich folgerichtig von einem Embryo im Embryo reden, wobei ersterer allerdings nur ein Theil des letzteren ist.

[2] Zu bemerken ist aber hiezu, dass Reichenbach's Darstellung S. 10 auch so gedeutet werden könnte, dass die gewissen scheibenartigen Anlagen nicht eigentlich Verdickungen des primären Blastoderms, sondern solche einer präformirten einheitlichen „Bauchplatte" seien.

Als discontinuirlich könnte dann vielleicht u. A. auch wenigstens nach W. A. Locy's (47) Darstellung, die Protosomaanlage mancher Arachniden betrachtet werden. Locy beschreibt nämlich S. 72 (vgl. dazu dessen Tafel I) ausser einer vorderen cephalen Anlage, die er als „primitive cumulus" bezeichnet, noch eine zweite hintere Verdickung. Wichtig ist hiebei besonders die Bemerkung, dass diese zwei (schon anfänglich?) unpaarigen Anlagen ursprünglich auch wirklich, wenigstens bis zu einem gewissen Grade getrennt auftreten.

Ich will hier nicht unerwähnt lassen, dass Andeutungen einer discontinuirlichen Keimanlage innerhalb der Insectenclasse keineswegs gänzlich fehlen.

Im Sinne einer Discontinuität könnte nämlich zunächst u. A. Heider's *Hydrophilus*-Längsschnitt Taf. VI Fig. 53 aufgefasst werden. Hier sieht man nämlich ausser einem verdickten und schon segmentirten vordern Keimstreiftheil, der sogenannten „Mittelplatte" *pm*, noch „eine Blastoderm-Verdickung" am hinteren Eipol, den sogenannten Keimhügel *kh*. Indessen erfordert der Gegenstand noch eine genauere Untersuchung.[1]

Höchst beachtenswerth ist ferner in dieser Hinsicht das lehrreiche Flächenbild, das Cholodkovsky (11) in Fig. 3 von dem in Bildung begriffenen Blastoderm von *Blatta* gibt, wenn ich auch mit Rücksicht auf die bei den verwandten Insecten, z. B. *Stenobothrus* herrschenden Zustände die paarigen, relativ kleinzelligen Blastodermscheiben *b* nicht als primäre Keimstreifanlagen, sondern mit Cholodkovsky wirklich als secundäre mit der Extremitätenbildung zusammenhängende Bildungen betrachten möchte.[2]

Was dann die Lage betrifft, in welcher das Protosoma zuerst erscheint, so ist diese im Allgemeinen, wenigstens bei den ectoptychischen Formen eine ventrale zu nennen. Rein ventral ist sie u. A. bei *Hydrophilus*, wo nach Kowalevsky und Heider (37 Taf. I, Fig. 1*a*) der Keimstreif in dem bekanntlich sehr langgestreckten Ei zuerst in einer gewissen Distanz von beiden Polen und insbesondere vom Kopfpol sichtbar wird.

Da indessen das Lagerungsverhältniss der Keimstreifanlage zum Theil durch deren räumliche Ausdehnung bedingt ist, so wollen wir zunächst die letztere näher in Betracht ziehen.

In dieser Beziehung macht sich nun ein sehr auffallender und bisher wenigstens durch keine Übergangsstufen völlig vermittelter Unterschied bemerkbar. Während sich nämlich der Keimstreif schon in seiner Anlage fast bei allen ektoptychischen Formen über einen grossen Theil der Eioberfläche erstreckt und speciell bei länglichen Eiern häufig von einem Pol bis zum andern sich ausdehnt — übrigens ist die Blastodermverdickung auch bei den meisten entoptychischen Insecten ziemlich umfangreich — gibt es, wie meine eigenen Untersuchungen (21) darthun, ich möchte vorläufig sagen, ausnahmsweise auch Formen (*Stenobothrus*-Arten und vermuthlich auch andere Acridier), bei welchen die bereits vollständig differenzirte Keimzone ein verhältnissmässig ganz winziges Areal einnimmt.

Ich stelle deshalb die letzteren Insecten, beziehungsweise Keimzustände als mikroblastische den übrigen oder makroblastischen gegenüber.

Um sich diesen Gegensatz klar vor Augen zu führen, vergleiche man u. A. den *Lina*-Medianschnitt in Xylogramm 1 mit der Totalansicht eines 10 Tage alten *Stenobothrus*-Eies in Fig. 87. Dort erstreckt sich die Keimzone *cbh* vom Vorder- bis zum Hinterpol und nimmt vor der später erfolgenden Zusammenziehung nahezu ein Drittel der ganzen Oberfläche ein. Hier bei *Stenobothrus* dagegen bildet die Blastozone nur ein fast verschwindend kleines, etwas in die Quere gezogenes und uhrglasartig gekrümmtes Plättchen auf dem Vorderpole des Eies und erscheint auch später, nachdem sie schon ganz vom Entoptygma bedeckt ist und somit ein wirkliches Protosoma darstellt (Fig. 90 Taf. VII), nicht viel umfangreicher.

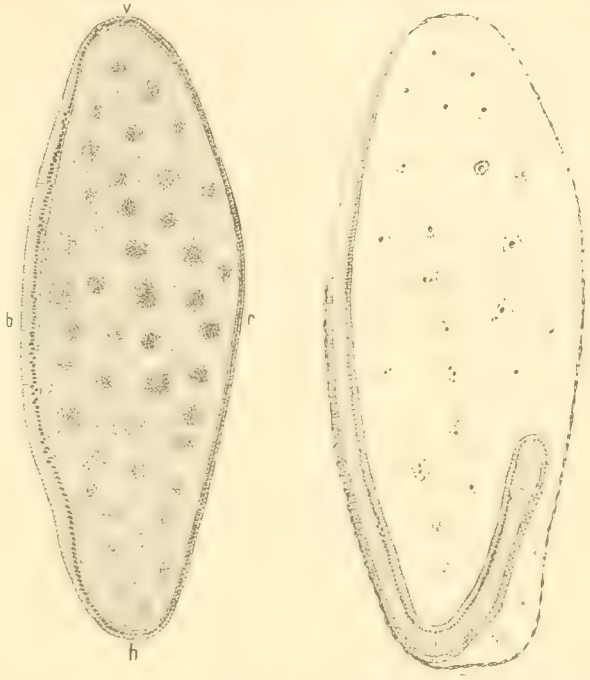
[1] Wenn C. Heider S. 25 davon spricht, dass der *Hydrophilus*-Keimstreif durch Verwachsung dreier gesonderter Anlagen (Kopflappen, Mittel- und Schwanztheil) entsteht, so widerspricht dies der von Fig. 1*a* bis 3*a* dargestellten Folge von Keimstreifstadien. Übrigens könnte C. Heider, wenn er das Kopflappenpaar als selbständige Keimstreifanlage betrachtet, eben so gut auch für jedes Segment eine eigene Anlage statuiren.

[2] Cholodkovsky's Darstellung schliesst aber die erstere Deutung nicht aus, weshalb eine gründliche Untersuchung dieses hochwichtigen Verhaltens sehr am Platze wäre.

Jedenfalls ist der continuirliche Mikroblast von *Stenobothrus* relativ kaum grösser als eine der vier primären Platten des discontinuirlichen *Astacus*-Keimes.

Da schon vom *Astacus*-Keime die Rede war, mag noch bemerkt werden, dass man auf der gut isolirten und entsprechend gefärbten Keimanlage von *Stenobothrus*, wie zum Theil aus Fig. 10 meiner einschlägigen früheren Arbeit (21) — namentlich rechts oben — zu ersehen ist, eine ganz ähnliche radiäre, beziehungsweise orthogonale Anordnung der Kerne wahrnimmt, wie eine solche von Reichenbach beim Flusskrebs auf seinen ersten Tafeln dargestellt wird.

Fig. 1. Fig. 2



Mit Rücksicht darauf, dass u. A. Melnikof (52) bei *Donacia* in Fig. 4 einen Keim darstellt, der, weil er nur aus einem kleinen der Mittelplatte des *Hydrophilus* (Fig. 53 *mp*) vergleichbaren Gebilde zu bestehen scheint, als Mikroblast aufgefasst werden könnte, muss ich noch ausdrücklich bemerken, dass es sich hier bereits, wie insbesondere die Zusammenstellung mit dem *Lina*-Längsschnitt in Holzschnitt 1 lehrt, wohl um eine bereits im Invaginationsprocess befindliche Blastozone handelt, und zwar deshalb, weil jene mittlere Verdickung hauptsächlich aus den bereits gebildeten Keimwülsten besteht.

Dagegen dürfte vielleicht der von Ayers (1) in Fig. 1, Pl. 18 abgebildete, relativ sehr kleine und eiförmig conturirte Keim von *Oecanthus* als Mikroblast zu bezeichnen sein. Er verdient übrigens bei Berücksichtigung der nahen Verwandtschaft zwischen *Stenobothrus* und *Oecanthus* auch insoferne unser Interesse, als er nicht gleich dem *Stenobothrus*-Urkeim am Mikropylpol liegt, sondern ganz auf der Bauchseite des auch hier ziemlich langgestreckten Eies, und zwar in geringer Entfernung vom Hinterpol. Ähnlich verhält sich dann vielleicht auch *Mantis* (vergl. Fig. 142). Schon auf Grund dieser höchst fragmentarischen Daten über das Orthopteren-Protosoma kann man ermessen, wie lohnend eine ausgedehntere Untersuchung dieses Gegenstandes sein würde.

Gehen wir auf die allgemeine Form des primären Keimstreifs der ektoptychischen Insecten über, so ist diese entweder vorherrschend bandartig, oder aber mehr schildförmig. Erstere Form findet man hauptsächlich bei den langgestreckten Eiern, so z. B. bei Hydrophilus, dann (vergl. Taf. I) bei *Lina*, weiters nach Cholodkovsky (11, Fig. 1) warhrscheinlich bei *Blatta*, dann nach Bütschli (7), Kowalevsky und Grassi (26) bei *Apis* und, soviel meine eigenen Nachforschungen (vergl. Fig. 131 und 132) vermuthen lassen, bei *Hylotoma*; ferner auch nach Weissmann (76) etc. bei *Chironomus* und insbesondere in scharfer Ausprägung bei den Musciden.

Etwas länger müssen wir beim schildförmigen Protosoma verweilen, das insbesondere nach den vorhandenen Literaturangaben und nach meinen eigenen, ziemlich ausgebreiteten Studien zu urtheilen, den meisten Schmetterlingen mit vorwiegend kugelförmigen Eiern eigenthümlich zu sein scheint.

Die ersten bisher im Ganzen wenig bekannten Nachrichten hierüber verdanken wir Herold (38). Er hat u. A. bei *Sphinx ocellata* die Bildung des Keimstreifs schon in dem Stadium beobachtet, wo er noch ganz an der Oberfläche sich befindet. Dabei constatirte er — wohl als der Erste — das Auftreten der ringförmigen Hüllfalte, die er (im heutigen Sinne nicht ganz mit Unrecht) als die künftige Rückenplatte der Raupe betrachtete, während er den von ihr eingeschlossenen verdickten Blastodermtheil ganz richtig als Bauchplatte erkannte. Letztere stellt er als ein flaches viereckiges Gebilde mit abgerundeten Ecken

dar. Dieses Keimschild lässt die beiden Pole des Eies unbedeckt und breitet sich anfänglich überhaupt mehr in die Breite als in die Länge aus. Ein starkes bis zur Erreichung der Pole führendes Längenwachsthum, von dem wir ja noch besonders zu reden haben, macht sich erst später geltend.

Beim Seidenspinner beobachtete Herold, und zwar am dritten Tage der Herbstentwicklung, das Auftreten des pigmentirten Ektoptygmas und später den bekannten Farbenwechsel des Eies. Das Vorhandensein eines Protosomas constatirte er am fünften Tage, konnte es aber nicht abbilden, weil ihm wegen seiner Brüchigkeit die Präparation in toto stets misslang.

Von den älteren Insecten-Embryologen haben sich dann u. a. noch Cornalia und Maestri (50) speciell mit der Entwicklung des Seidenspinners beschäftigt, ohne aber zu wesentlich über Herold hinausgehenden Resultaten zu kommen.

Die nächsten bemerkenswerthen Mittheilungen verdanken wir Kowalevsky (43). An den kleinen durchsichtigen Eiern von *Pterophorus pentadactylus* dehnt sich der primäre an der Oberfläche liegende Keimstreif (Taf. XII, Fig. 1) fast bis an beide Pole aus, stülpt sich aber sehr bald unter gleichzeitiger Entfaltung der Gastroptyche zuerst mit dem Kopf-, dann mit dem Hinterrande in den Dotter ein. (Fig. 2).

Ferner bringt er in Fig. 3 von *Sphinx populi* die Abbildung eines isolirten „noch auf der Oberfläche des Blastoderms liegenden Keimstreifens". Dieser erscheint ziemlich gestreckt und vorne bedeutend schmäler als hinten.

Die genauesten Mittheilungen über den schildförmigen Lepidopterenkeim verdanken wir unstreitig Tichomirof. Da die betreffenden Daten, da sie in russischer Sprache niedergelegt sind, bisher wenig bekannt wurden, glaube ich sie vollinhaltlich wiedergeben zu sollen. [1]

„Die Verwandlungen des Keimstreifs (eigentlich der Keimzone) — heisst es S. 28 — bis zu jenem Zeitpunkte, wo er eine bestimmte Form erhält, beziehen sich nur auf die stufenweise Verkleinerung seiner Zellen, welche während dieser ganzen Zeit ihre schmale cylindrische Form beibehalten, und in einer einzigen Schichte liegen. (Vergl. Fig. 11, S. 28.)

„Man beobachtet aber im Keimstreif zuweilen, und zwar höchst wahrscheinlich theils in Folge einer stattfindenden Contraction des entsprechenden Blastodermabschnittes, theils in Folge der starken Vermehrung der Zellen, gewissermassen zwei, ja sogar drei Zellschichten, indem die Kerne nicht in einem Niveau liegen und die Zellen gleichsam übereinander geschoben werden."

„Eine bestimmte Form nimmt der Seidenspinner-Keimstreif ungefähr gegen die 40. Stunde (der Herbstentwicklung) an. Die Zeichnung 12 (respective 20, S. 39) stellt die erste ganz bestimmte Form dar, die ich erlangen konnte, und zwar entspricht sie einem 51 Stunden alten Ei. Der betreffende Keimstreif hat eine mehr oder weniger viereckige Form. Das zukünftige Kopfende *(c)* hat abgerundete Enden und in der Mitte des Vorderrandes eine seichte Einbuchtung, das Hinterende *(a)* dagegen ist ganz abgerundet. Um diese Zeit unterscheidet sich auch der Keimstreif bereits vom übrigen Blastoderm, und zwar nicht blos durch die Form seiner Zellen, sondern auch dadurch, dass sein Rand in der ganzen Ausdehnung (abgesehen von einer schmalen Stelle der Seitenlinie) gegen den Dotter eingebogen ist. Übrigens erscheinen auch noch und zwar schon vor der Differencirung des Keimstreifs in seinem Umkreis die ersten Anfänge der Keimhüllen."

Weiter heisst es auf S. 39: „In diesem Stadium ist der Keimstreif ungefähr so lang wie breit, hierauf aber beginnt allmälig die Streckung des Keimes, wobei aber eigentlich kein Wachsthum, sondern nur eine einfache Ausdehnung in die Länge auf Kosten der Breite erfolgt." (Vergl. Fig. 20—22.)

Eine wichtige Ergänzung der verdienstvollen Studien Tichomirof's bilden dann die Untersuchungen von Bruce (6) über *Thyridopteryx ephemeraiformis*, der zahlreiche Längs- und Querschnitte durch den Urkeim abbildet. Wir erfahren da unter Anderem (vergl. Fig. III, Pl. 1), dass die Blastozone ungefähr die Hälfte des

[1] Für das Übersetzen der Arbeit Tichomirof's bin ich meinem verehrten Collegen Dr. Smal-Stocki zu grossem Dank verpflichtet.

Eies bedeckt, dann (Fig. IV), dass der Keimstreif selbst nur aus einem relativ kleinen Abschnitt der primären Blastozone hervorgeht, beziehungsweise dass seine Bildung durch eine starke Contraction der Keimzone eingeleitet wird. Bedeutungsvoll im Hinblick auf unsere Auseinandersetzungen im ersten Capitel ist dann der Umstand, dass hier, wie Fig. IV und IV′ ausser Zweifel setzen, die ganze Gastroptyche-Anlage aus dem Randtheil des verdickten Blastodermabschnittes, also aus der Blastozone hervorgeht, wobei aber das auffallend frühzeitig zum ventralen Abschluss gelangende Entoptygma gleichwohl (Fig. VII) und analog, wie ich das selbst (22 in Fig. 38, Taf. V) seinerzeit von Gastropacha abbildete, ausserordentlich weit von einander abstehende Kerne aufweist.

Die Form des primären *Thyridopteryx*-Protosomas vergleicht Bruce, allerdings nur auf Grund der Schnitte mit der eines Uhrglases. Später (vergl. Fig. VIII und S. 6) streckt sich der Keim und erkennt man auf dem vorderen frühzeitig stark verbreiterten Theil eine tiefe Einbuchtung, wodurch die (später von uns noch eingehender zu besprechenden) Kopflapen zur Differencirung gelangen.

Übergehend auf die eigenen Untersuchungen so muss ich vorausschicken, dass ich bisher bloss von *Pieris* vollständig rein präparirte Urkeime besitze und zwar deshalb, weil ich den grössten Theil der Eier der übrigen von mir studirten Schmetterlinge zu Schnitten verwendet hatte und der Rest für diese Zwecke nicht ausreichte. Es gelingt nämlich in der That nur selten, die Lepidopterenkeime ganz unversehrt zu präpariren, wobei man aber nicht etwa immer bei den grösseren Eiern leichter zum Ziele kommt.

Das jüngste völlig selbständige, das ist von einem geschlossenen Entoptygma umgebene *Pieris*-Protosoma (von einem circa 2 Tage alten Ei) stellt nach einer genauen Camera lucida Zeichnung Fig. 93 dar. Es scheint mir noch beträchtlich jünger, dass heisst seinem primären Zustand näher zu sein, als das von Tichomirof in Fig. 20 abgebildete Stadium. Seine Form ist nämlich noch nicht eckig, sondern beinahe ganz uhrglasartig. Ich sage „beinahe", weil der Längendurchmesser doch ein wenig grösser ist. Er beträgt 0·3 *mm* und entspricht somit, da das geschälte *Pieris*-Ei circa 0·9 *mm* lang ist, ungefähr dem dritten Theil der längeren Eiachse.

Vergleichen wir diesen *Pieris*-Keim hinsichtlich seiner Grösse mit dem allem Anscheine nach auf der gleichen Entwicklungsstufe befindlichen *Stenobothrus*-Protosoma in Fig. 73, so stellt sich, da letzterer circa 0·5 *mm* misst, während das Ei 4 *mm* lang ist, heraus, dass die Längsachse des primären *Stenobothrus*-Keimes 8 Mal kleiner als die des Eies ist oder mit andern Worten, dass im Verhältniss zur Eigrösse der *Stenobothrus*-Keim circa 3 mal kürzer und hinsichtlich seiner Fläche (als Kreis genommen) 9 mal kleiner als jener von *Pieris* ist.

Ein etwas älteres Stadium zeigt dann Fig. 94. Es steht ungefähr in der Mitte zwischen den von Tichomirof in Fig. 20 und 21 dargestellten Phasen. Es hat die Form einer rundlichen und länglichen Dose, deren Wände namentlich vorn und hinten stark übergreifen, beziehungsweise umgebogen sind. Bei durchfallendem Licht erscheinen natürlich diese umgebogenen Wände viel dunkler als jener mittlere Abschnitt, der nicht überdacht wird.

Im Zusammenhalt mit dem früheren Stadium ist der Keim ganz entschieden grösser namentlich hinsichtlich seiner Länge. Mit Rücksicht darauf nun, dass, wie die Schnitte zeigen, die Dicke des Protosomas keineswegs abgenommen hat, kann man wohl nicht sagen, dass es sich um kein Wachsthum sondern um eine blosse Streckung handelt in dem Sinne etwa wie man einer Wachsplatte durch blosse Verschiebung des Materiales verschiedene Formen und Grössen geben kann. Etwas Richtiges liegt aber in der Tichomirof'schen Auffassung, insoferne nämlich vom bezeichneten Stadium an der Querdurchmesser eine Zeit hindurch entschieden abnimmt und die Längenentfaltung sehr beträchtlich ist.

Mit Übergehung zweier Zwischenstadien, die ich mit Rücksicht auf den Raum hier nicht darstelle, wenden wir uns zu dem in Fig. 95 abgebildeten Keim, den man sich aber nicht wie in der Abbildung gerade ausgestreckt, sondern klammerartig mit dem Vorder- und Hinterende dorsalwärts gegeneinander gebogen denken muss. Das Protosoma besitzt jetzt die Form eines ziemlich dicken Bandes, wie man es bei vielen Insecten schon von vorneherein findet. Dabei ist aber das Vorderende schon etwas breiter als das hintere und sieht man

ferner hinter dem Vorderabschnitt sowie vor dem Endabschnitt eine etwas verschmälerte Stelle, so dass der ganze Streifen in drei Abschnitte sich theilt. Noch sei bemerkt, dass der Vorder- und Hinterabschnitt gegen das freie Ende hin beträchtlich an Dicke zunimmt, wodurch eine Art Randwulst zu Stande kommt.

Wir betrachten nun, zum Theile den übrigen Entwicklungsvorgängen des Protosomas vorgreifend, die Heteroteinie, das ist die höchst auffallende Erscheinung des ausserordentlich ungleichen Längenwachsthums des eigentlichen, ich meine des dorsal noch offenen Keimstreifs, die, obgleich sie schon lange bekannt ist, doch noch nie nach vergleichenden Gesichtspunkten behandelt worden ist.

Der erwähnte Gegensatz lässt sich etwa von den Übergangszuständen ist hiebei zunächst abzusehen folgendermassen näher präcisiren. Es gibt perilekithische Insecten (die entolekithischen Schmetterlinge lassen wir vorläufig ausser Acht), bei denen der (offene) Keimstreif niemals wesentlich länger wird als in dem Stadium, wo sich der Rücken zu bilden beginnt — wobei aber nicht immer das Maximum der Länge auf diesen Zeitpunkt der beginnenden Dorsalbildung fällt — und es gibt dann andere perilekithische Formen, bei denen das Protosoma vor dem genannten Endstadium sehr beträchtlich länger, ja oft sogar viel länger als der ausschlüpfende Embryo ist. Es mögen daher diese Zustände beziehungsweise die betreffenden Insecten vorläufig wieder, wie oben bei den Myriapoden als kurz- und langkeimige oder als brachy- und tanyblastische unterschieden werden. Ferner wollen wir dieses Verhalten, bevor wir die einschlägigen Literaturangaben prüfen, zunächst an je einem von uns selbst näher untersuchten Vertreter der genannten zwei Gruppen kurz ins Auge fassen.

Als brachyblastischen Repräsentanten wählen wir *Stenobothrus*. Im Stadium Fig. 88 ist der Keimstreif *ks* noch sehr kurz, indem er etwa nur ein Viertel der langen Eiachse erreicht. Er dehnt sich dann weiter etwa bis zum Punkte *b* aus, wo dann die Afterbildung erfolgt (Fig. 84 *a*). Hierauf verlängert er sich noch etwas und zwar vorwiegend in seinem Abdominaltheil, etwa bis zum Punkte *c*. Dann beobachtet man (vergl. Fig. 85 mit 86) eine geringe Verkürzung, etwa um die Strecke *bc*. Weiterhin rückt dann der ganze Keimstreif etwas nach hinten, etwa bis *d*, so dass er nun die Lage von Fig. 89 erhält. Darauf beginnt bald die Rückenbildung. Später wächst der Embryo noch soweit in die Länge, dass er — (Fig. 90) — mit seinen Enden an die beiden Eipole anstösst, also gerade die Länge der Eiachse erhält. Im Ganzen genommen ist also hier der Unterschied zwischen der Maximallänge des offenen Keimstreifs und der Länge der Embryos bei beginnender Rückenbildung ein sehr geringer und mit Bezug auf die Totallänge des fertigen Embryos sogar negativ. Ferner bewahrt der Keimstreif immer eine gestreckte Form.

Als Repräsentanten der Langkeimer nehmen wir *Lina*, deren Ei, wie schon hier bemerkt sein mag und wie schon aus den Abbildungen auf Taf. I erhellt, allerdings beträchtlich weniger als das von *Stenobothrus* gestreckt ist. Dafür hat aber auch der Keimstreif (vergl. Fig. 10) schon in einem sehr frühen Stadium mit dem Schwanzende den Hinterpol erreicht. Von da an wächst nun der Hintertheil, ganz ähnlich wie bei den Schmetterlingen, in den Dotter hinein und krümmt sich zugleich gegen die Rückenseite (Fig. 11 und 13 *s*). Dasselbe beobachtet man ferner auch am Kopftheil (Fig. 11 *k*), so dass der ganze Keimstreif in der Seitenansicht klammerartig erscheint. Fig. 12, ein Flächenbild vom Rücken, zeigt uns die dorsal umgeschlagenen Keimstreifenden.

Während nun aber der umgeschlagene Kopftheil nicht mehr weiter wächst, ja im Gegentheil bald eine geringe rückläufige Bewegung, beziehungsweise eine Zusammenziehung erfährt, macht die Streckung des Hinterabschnittes oder des künftigen Abdomens weitere Fortschritte. Dabei ist letzterer anfangs (Fig. 32, Taf. II und Xylogramm Fig. 2 S. 13) ganz im Dotter versenkt, nähert sich aber mit zunehmender Länge der Eioberfläche, beziehungsweise der Rückenseite (Fig. 14). Im Stadium Fig. 15 nimmt er bereits eine vollständig peripherische Lage ein, wobei der auf die Rückenseite übergreifende Endtheil mit dem bereits sichtbaren After *a* fast bis zum vordersten Viertel des Eies reicht und so dem umgeschlagenen Kopftheil fast bis zur Berührung sich genähert hat. Mit anderen Worten: Es bildet der Keimstreif rings um den Dotter einen fast geschlossenen Ring, der im Allgemeinen (es kommt zuweilen zu einer Seitenbewegung des Hinterendes) in die Medianebene des Eies fällt.

Nachdem so der Keimstreif das Maximum seiner Länge erreicht hat, vollzieht sich die in den Figuren 18—21 dargestellte rückläufige Bewegung oder die Zusammenziehung. Diese dauert so lange, bis das Afterende wieder den Hinterpol des Eies erreicht hat, worauf dann (Fig. 21) die Bildung der Rückenwand ihren Anfang nimmt.

Der Keimstreif von *Lina* erlangt also, wie sich gezeigt hat, in der That im Vergleich zur Länge des in der Rückenbildung begriffenen Embryos eine viel bedeutendere Ausdehnung als bei *Stenobothrus* und ist ferner im Stadium der grössten Längenentfaltung nicht gerade gestreckt, wie das *Stenobothrus*-Protosoma, sondern ringförmig gebogen. Hinsichtlich des letzteren Verhaltens könnte man also die tanyblastischen Zustände auch ankyloblastische, das ist krummkeimige, und die brachyblastischen als orthoblastische, das ist geradkeimige, bezeichnen.

Es könnte nun allerdings mit Rücksicht auf die gewählten Beispiele eingewendet werden, dass die starke Krümmung des *Lina*-Keimstreifs gegenüber dem Verhalten von *Stenobothrus* durch die geringere Streckung des Eies bedingt sei. Dies ist nun auch bis zu einem gewissen Grade, wie sich ja schon aus dem früher beschriebenen Verhalten der kugeleiigen Schmetterlinge ergibt, in der That der Fall und mache ich diesfalls unter Anderem nur darauf aufmerksam, dass sich der Abdominaltheil von *Lina* (Fig. 16) nothwendig auf den Rücken umschlagen muss, da ja der Thoracalabschnitt (*x*) schon fast bis an den Hinterpol reicht. Andererseits ergibt sich aber schon, ganz abgesehen von den Messungen, aus der Vergleichung des isolirten *Lina*-Protosomas in Fig. 29, Taf. II, das zudem nicht ganz dem Streckungs-Maximum entspricht, mit dem von *Stenobothrus* in Fig. 84, dass speciell das Abdomen des *Lina*-Keimstreifs im Verhältniss zur Länge des fertigen Abdomens (Fig. 22 und 23, Taf. I) ganz entschieden beträchtlich mehr gestreckt ist als beim entsprechenden Keimstreif der Schnarrheuschrecken, oder mit andern Worten, dass, worauf es ja hauptsächlich ankommt, bei *Lina* eine grössere Keimstreif-Verkürzung stattfindet.

Ausserdem ist aber auch noch zu Gunsten der Aufrechthaltung der gemachten Unterscheidung hervorzuheben, dass die vorgeführten Beispiele keineswegs den Extremen der Protosomastreckung entsprechen.

Unter den langkeimgen Formen ist zunächst der hauptsächlich von Weismann (76) genauer untersuchte *Chironomus* interessant. Obgleich nämlich sein Ei kaum weniger gestreckt ist als jenes von *Stenobothrus*, so wächst der Keimstreif dennoch, sobald er den Hinterpol erreicht hat, noch weiter (vergl. 76, Taf. I, II u. III, Fig. 7 bis 36), und nimmt, indem er sich längs des Rückens nach vorne ausdehnt, bald die Form eines nahezu ganz geschlossenen, den Dotter umfangenden Ringes an. Jedenfalls ist hier, da die Rückenbildung erst beginnt, wenn das Hinterende des Keimstreifes wieder bis zum Hinterpol sich zurückgezogen hat, der Keimstreif im Stadium der grössten Streckung (Fig. 22), wo sich das Schwanzende sogar noch hakenartig in den Dotter einsenkt, also eine zweite Biegung macht, mindestens um zwei Dritttheile länger als der schon ganz geschlossene Embryo (Fig. 39) und ist demnach auch die Protosomaverkürzung eine sehr bedeutende.

Ähnliche Zustände finden wir dann auch bei den übrigen, bisher untersuchten Dipteren, so z. B. bei *Simulia* (Metschnikof) und bei den Musciden. Namentlich ist die bedeutende Dorsalkrümmung am Protosoma der letzteren interessant, da hier (vergl. 25, Taf. III, Fig. 23 u. 26) das Ei eine ungewöhnlich stark gestreckte Form hat.

Zu den Langkeimern gehören dann ferner, wie es scheint, unter den entoptychischen Insecten die meisten Hemipteren, insoferne hier der Keimstreif zu einer gewissen Zeit (vergl. u. A. in der Arbeit von Brandt (4) Fig. 36—39, dann in jener von Metschnikof (54) Taf. XXIX. in der von Witlaczil (78) Fig. 23—26 eine doppelte und zuweilen sogar eine dreifache Biegung macht, wobei die ausserordentliche Streckung hauptsächlich dem Abdominaltheil entspricht.

Dagegen erscheinen die entoptychischen Orthopteren, nämlich die Libelluliden, nach der bekannten Darstellung Brandt's (4, Fig. 7—12) relativ kurzkeimig.

Langkeimig sind ferner nach Zaddach's (81), Melnikof's (52) und Pattens (66) Darstellung die Phryganiden, bei welchen der Keimstreif ausserdem noch eine Besonderheit zeigt. Während nämlich u. A. bei manchen Dipteren (*Chironomus* z. B.) das von hinten her dem Kopftheil entgegenwachsende

Schwanzende sich umbiegt und eine centripetale hakenartige Krümmung nach Innen, gegen den Dotter macht, findet hier, bei den Phryganiden (vergl. Patten's Fig. 8, Pl. XXXVI*A*), eine Umbiegung des dem Kopf anliegenden Schwanzendes im entgegengesetzten Sinne, das ist nach aussen gegen die Schale statt. Es ist dies ein Verhalten, das, wie weiter unten gezeigt werden soll, auch bei den meisten Lepidopteren, sowie bei manchen Hymenopteren und Orthopteren hier aber zum Theile in einem späteren Stadium, nämlich erst nach dem Beginne der Rückenwandbildung, vorkommt.

Was die relative Keimlänge der Käfer betrifft, so ist darüber leider, von dem oben bei *Lina* mitgetheilten Verhalten abgesehen, noch wenig Sicheres bekannt.

Die von Melnikof untersuchte *Donacia* scheint entschieden langkeimig zu sein; doch geben die einschlägigen Figuren Melnikof's (Fig. 12—14) keinen bestimmten Aufschluss über den Grad der Tanyblastie, insofern man z. B. nicht weiss, ob mit dem Stadium Fig. 12, wo das Schwanzende ungefähr bis zur Mitte der Rückenseite geht, schon das Streckungsmaximum erreicht ist.

Ähnliche Zweifel lässt bezüglich *Hydrophilus* auch die Monographie von C. Heider bestehen. Im Gegensatz zum Verhalten der meisten übrigen Insecten liegt hier der Keimstreif, und zwar noch zu einer Zeit, wo er schon fast vollständig segmentirt ist, mit seinem Kopftheil auffallend weit hinten (vergl. Heider's Fig. 4*c* bis 5*b*), woraus es sich auch zunächst erklärt, dass ein beträchtlicher Theil des abdominalen Keimstreifabschnittes (in Fig. 5*a* etwa 7—8 Segmente) auf die Dorsalseite des Eies übergreift, beziehungsweise in den Dotter sich einsenkt. Bei Heider finden wir aber leider gar keinen näheren Aufschluss über die Länge des umgeschlagenen Theiles und vermisst man auch entsprechende Querschnitte. Später, wenn der ganze Keimstreif, was C. Heider in den Fig. 7*a*—12) sehr schön zur Darstellung bringt, die progressive Bewegung gegen den Vorderpol vollendet hat, fällt das Schwanzende ungefähr mit dem Hinterpol zusammen, worauf dann bis zum Beginn der Rückenbildung, eine im Ganzen geringfügige Contraction oder Verkürzung in dem Sinne stattfindet, dass das Afterende etwas vom Hinterpol absteht.

Was dann den von mir untersuchten Maikäfer betrifft, so wird leider gerade die Erforschung der ersten Keimstreifphasen durch die ausserordentliche Brüchigkeit des Ei-Inhaltes sehr erschwert. Ein Paar einschlägige Stadien zeigen die Fig. 56, 58 u. 61. Im Stadium Fig. 56 erstreckt sich der anfänglich ungemein schmale und zu hinterst noch ungegliederte Keimstreif, der anfänglich kürzer als die längere Eiachse ist, vom Vorder- bis zum Hinterpol und über letzteren hinaus noch ein wenig auf die Rückseite der Dotterkugel. Später zieht er sich dann noch stärker als bei *Hydrophilus* zusammen (Fig. 58), was, wie hier besonders klar hervortritt, in erster Linie jedenfalls mit der starken Breitenentwicklung zusammenhängt (Fig. 61).

Entschieden langkeimig fand ich dann das Protosoma von *Telephorus* und *Lema*, wo Kopf- und Schwanzende fast bis zur Berührung gegeneinander wachsen.

Hinsichtlich der Orthopteren liegen uns zunächst die höchst verdienstvollen Untersuchungen von Ayers über *Oecanthus* (1) vor, der insbesondere auch zahlreiche Keimstreifen im isolirten Zustande zur Abbildung bringt. Im Ganzen herrscht hinsichtlich der Keimstreifbildung eine grosse Übereinstimmung mit *Stenobothrus* und der später noch zu betrachtenden *Blatta*, und dürfte darnach *Oecanthus*, obwohl das Schwanzende in einem gewissen relativ späten Stadium (Fig. 21 u. 22, Pl. XVIII) ein wenig bauchwärts (wie bei den Phryganiden) eingeschlagen erscheint, und der Abdominaltheil (vergl. z. B. Fig. 18 u. 20) vor der Rückenbildung eine ziemlich beträchtliche Streckung zeigt, jedenfalls, wenn nicht gerade zu den Kurz-, so doch zu den Geradkeimern zu stellen sein.

Ganz entschieden sowohl ortho- als auch brachyblastisch ist nach der überaus klaren und anschaulichen Darstellung Cholodkovsky's (11) das Genus *Blatta* (Germanica). Das von Cholodkovsky in seinen ersten Stadien nicht abgebildete *Blatta*-Protosoma nimmt zur Zeit, wo Urkopf und Urrumpf bereits scharf geschieden sind (11, Fig. 1) ungefähr zwei Drittheile der flachen Ventralseite des ziemlich langgestreckten Eies ein, und zwar in der Weise, dass seine Enden gleichweit vom Vorder- und Hinterpol abstehen. Dann erfährt (Fig. 5) hauptsächlich nur noch der verhältnissmässig lange ungegliedert bleibende Abdominalabschnitt eine bemerkenswerthe Streckung, ohne dabei aber den Hinterpol zu erreichen, worauf die

Länge des Keimstreifes bis zur Rückenbildung fast stationär bleibt. Bemerkenswerth ist noch die schon bei *Oecanthus* erwähnte Bauchwärtskrümmung des Schwanzendes (Fig. 10), die aber bei weitem nicht die Ausdehnung wie bei den Schmetterlingen und gewissen Hymenopteren erlangt und zudem schon einige Zeit vor dem Ausschlüpfen fast ganz verschwindet.

Entschieden kurz- und geradkeimig ist dann nach meinen in der letzten Zeit gemachten Studien auch *Mantis*, deren Ei-Entwicklung auch in mehreren anderen Punkten eine geradezu überraschende Ähnlichkeit mit *Blatta* zeigt.[1] Leider kenne ich bisher nur ein Paar jüngere Stadien. Aus Fig. 142 ersieht man zunächst, dass der Keimstreif wirklich ganz gerade und noch viel kürzer als bei *Blatta* ist. Fig. 143 zeigt dann den wie bei *Blatta* auf den Bauch umgeschlagenen Schwanztheil. Hiezu sei ausdrücklich noch bemerkt, dass die Umbiegung des Caudaltheiles genau der Entwicklung des Proctodaeums folgt. Im Stadium, wo der After sich bildet, ist also das Hinterende noch gerade gestreckt und biegt sich dann in dem Masse um, als die Proctodaeumeinstülpung weiterschreitet. Der Längschnitt Fig. 145 lehrt ferner, dass die caudale Knickungsstelle des Keimstreifs genau mit dem dünnwandigen Ende des Proctodaeums zusammenfällt.

Was endlich die schon wiederholt untersuchte *Gryllotalpa* betrifft, so fehlt uns leider noch immer alle Kenntniss der äusseren Form der ersten Protosomastadien. Indessen geht doch aus Fig. 3 der bekannten Arbeit von Korotnef (42), zunächst das hervor, dass er nicht gerade wie bei den vorhin erwähnten anderen Orthopteren, sondern stark eingekrümmt ist, und zwar mit dem Kopftheil beinahe noch stärker als mit dem Schwanzabschnitt, wodurch ein ausgesprochen amphikamptischer Zustand sich ergibt.

Eine Art Mittelstellung zwischen den Lang- und Kurzkeimern nehmen die bisher geprüften Hymenopteren ein.

Aus dem hinsichtlich der äusseren Gestaltung wirklich erschöpfenden Darstellung Bütschli's (7) bezüglich der Biene geht zunächst hervor, dass sich der Keimstreif schon sehr frühzeitig längs der ganzen Ventralseite des stark gestreckten Eies ausdehnt, wobei sich anfangs blos der Kopftheil (vergl. Fig. 6*b*) etwas dorsalwärts umbiegt. Später erfolgt dann aber nur noch eine geringe Verlängerung, indem das Schwanzende, entsprechend der Form des gerade abgestutzten Eihinterpoles, fast unter rechtem Winkel und stets an der Oberfläche des Dotters von der Ventrallinie bis zur Dorsallinie weiterwächst (Fig. 11*b* u. 12), wobei er aber auf die Dorsalseite selbst nur sehr wenig übergreift (Fig. 16). An der betreffenden Dorsalstelle bildet sich dann der After (Fig. 20*α*). Hierauf erfolgt eine starke Zusammenziehung des gesammten Ei-Inhaltes einschliesslich der Hüllen in der Richtung der Längsachse, und zwar derart, dass nun das Schwanzende des sich rasch mit einer Rückendecke bekleidenden Embryos mindestens um ein Viertel der Eiachse vom Hinterpol absteht (Fig. 19—21).

Demnach und da Kowalevsky (43, Fig. 10 u. 16) und Grassi (26) diese Befunde bestätigen, dart das Protosama von *Apis* im Ganzen wohl als eine Übergangsform zwischen dem lang- und krummkeimigen Zustand einer- und dem kurz- und geradkeimigen anderseits betrachtet werden.

Überaus lehrreich ist dann das uns bisher leider nur durch Ganin's (15) Untersuchungen bekannte Verhalten bei den Ameisen. Es zeigt sich hier nämlich ganz augenscheinlich, dass die Keimform zum Theile von der Eiform ganz unabhängig ist. Obgleich sich nämlich das *Formica*-Ei der Kugelform nähert, geht, ganz wie bei *Apis*, das Schwanzende des Protosomas (15, Fig. 8, 10, 11) doch nur wenig über den Hinterpol hinaus oder es erfolgt, wie wir das Verhältniss auch ausdrücken können, die Afteranlage nicht weit von der Stelle, wo das Schwanzende im Stadium der beginnenden Rückenbildung steht.

Ebenso wie bei *Apis* und *Formica* verhält es sich nun auch im Wesentlichen bei der von mir selbst untersuchten *Hylotoma* (Taf. XI), bezüglich welcher ich aber, mit Rücksicht auf den Raum, nur einige Hauptstadien an Medianschnitten zur Anschauung bringe. Fig. 131 zeigt uns, dass der Keimstreif sehr frühzeitig fast die ganze convexe Bauchseite des sehr langgestreckten Eies einnimmt. Hierauf wandert, wie ich an lebenden Eiern

[1] Cholodkowsky hatte die ausserordentliche Liebenswürdigkeit, mir ein Präparat von *Blatta* zu übersenden, an dem die Übereinstimmung mit *Mantis* besonders deutlich ist.

genau verfolgte, das Schwanzende wieder um den Hinterpol herum und kommt so etwa bis zum Punkte *r*, wo die Afterbildung vor sich geht. Hierauf beginnt die retrograde Bewegung, so dass der After, wie Schnitt Fig. 137 (*an*) lehrt, zur Zeit der Rückenbildung genau am Hinterpol steht. Ausserdem zeigt uns die Vergleichung des isolirten, am Hinterpol umgebogenen und noch afterlosen Keimstreifs in Fig. 133 mit dem älteren, gleichfalls isolirten und bereits mit einem After (*an*) ausgerüsteten Protosoma in Fig. 135, dass bezüglich der allgemeinen Form oder hinsichtlich der Gestrecktheit beider Keimstreifen kein auffallender Unterschied herrscht.

Eine interessante Abweichung von *Apis* und *Formica* zeigt sich aber bei *Hylotoma* in den Endstadien. Hier findet nämlich (Fig. 138 u. 139) am Abdomen ein sehr beträchtliches Längenwachsthum statt, wobei es sich bauchwärts umschlägt und nach und nach fast bis zum Kopftheil vorrückt. Da bei den Lepidopteren, wie u. A. schon Tichomirof (71) schilderte und ich neuerdings (vergl. u. A. 22, Taf. VII, Fig. 44) bei *Gastropacha*, *Zygaena* und *Pieris* an isolirten und an geschnittenen Embryonen sicher feststellen konnte, ganz dieselbe zur U-Form führende Wachsthumserscheinung stattfindet, ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass man es mit einer convergenten Anpassung an die gleiche Lebensweise zu thun hat, welcher letzteren bekanntlich ein sehr gestreckter, als Haftwerkzeug dienender Hinterleib sehr angemessen ist. Auch darf in dieser Hinsicht noch an die U-förmig gebogenen und stark gestreckten Phryganiden-Embryonen (vergl. oben) erinnert werden.

Aus dem Bisherigen ergibt sich nun folgende

Übersicht der Insectenkeimformen.

Lang- und krummkeimige (Tany-) und ankyloblastische Insecten	*Coleoptera* p. p.	*Lina*, *Donacia*
	Hemiptera p. p.	*Lema*, *Telephorus*
	Lepidoptera	
	Phryganidae	
Kurz- und geradkeimige (Brachy-) und orthoblastische Insecten	*Orthoptera* p. p.	*Blatta*, *Stenobothrus*, *Mantis*, *Oecanthus* (?), Libelluliden
Den Kurzkeimern näher stehende Mittelformen	*Coleoptera* p. p.	*Hydrophilus*, *Melolontha*
	Orthoptera p. p.	*Gryllotalpa*
	Hymenoptera	*Apis*, *Formica*, *Hylotoma*

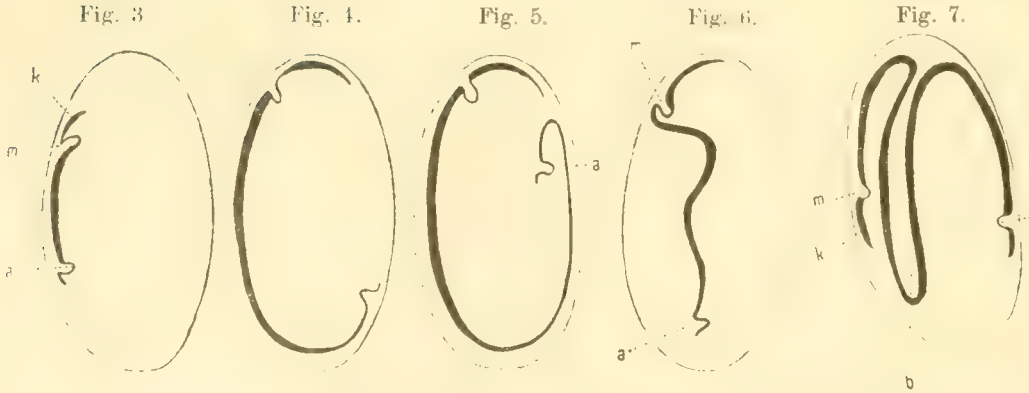


Fig. 3—7 Schemtaische Darstellung der Haupt-Keimformen der Insecten und Myriopoden.

Die vorstehenden Holzschnitte Fig. 3—7 geben dann behufs besserer Übersicht noch Schemata der besprochenen Hauptkeimformen, wobei *k* die Kopflappen, *m* den Mund und *a* den After bezeichnen. Fig. 3 ist

der Typus eines geraden und kurzen *(Blatta-)*, Fig. 4 der eines mittellangen und beiderseits schwach umgebogenen *(Apis-)*, Fig. 5 jener eines sehr langen und am Schwanztheil sehr stark umgebogenen *(Chironomus-)* dann Fig. 6 jener eines mittellangen inneren *(Calopteryx-)* und endlich Fig. 7 der eines in der Mitte des Bauches (*b*) tief eingesenkten Myriapoden- *(Geophilus-)* Keimstreifes.

Schwierig erscheint es mir beim gegenwärtigen Stand der Dinge auf die naheliegende Frage nach der Bedeutung, beziehungsweise nach dem Zusammenhange dieser verschiedenen Keimformen eine befriedigende Antwort zu geben. Nur auf Eines möchte ich hinweisen. Es kommt mir nämlich, speciell mit Rücksicht auf die bei den Musciden beobachteten Verhältnisse, wo bekanntlich alle Zellen des Keimstreifs an der Dotterresorption betheiligt sind, nicht unwahrscheinlich vor, dass die ausserordentliche Dehnung des Protosomas, sowie dessen häufig vorkommende Versenkung in den Dotter eine die Vergrösserung der Resorptionsfläche begünstigende und damit das Wachsthum und die Entwicklung beschleunigende Anpassung sei. Diese Annahme drängt sich umsomehr auf, als ja gerade bei den Musciden, wo die Protosomastreckung gewissermassen den Höhepunkt erreicht, der Embryo mit so erstaunlicher Geschwindigkeit fertiggestellt wird, während umgekehrt die Entwicklung der relativ kurzkeimigen Orthopteren verhältnissmässig sehr lange dauert. (Vergleiche hierüber auch Weismann [76] S. 95 u. 96.)

III. Capitel.

Äussere Keimstreifgliederung.

Während bis vor Kurzem die Ansicht geherrscht hatte, dass die primären Segmente des Insektenkeimstreifs ganz allgemein den als Metameren oder Leibesringeln bekannten kleinsten Stammabschnitten des ausschlüpfenden Embryos, beziehungsweise des fertigen Thieres entsprächen, habe ich in einer diese Frage betreffenden Abhandlung (21) zuerst, zum Theile allerdings auch auf die Angaben anderer Forscher gestützt, den Nachweis geführt, dass diese Anschauung keineswegs allgemein richtig ist, indem bei manchen Insekten der Gliederung in kleine Leibesabschnitte oder Mikrosomiten eine solche in grössere, das ist mehrere Mikrosomiten umfassende Stammstücke, die von mir als Makrosomiten bezeichnet wurden, vorhergeht.

Die Thatsachen, welche ich meinen Ausführungen zu Grunde legte, waren, wenn ich sie mit Rücksicht auf die grosse Tragweite unserer Frage noch einmal kurz anführen darf, folgende.

Zunächst wies ich auf den anfangs schildförmigen Keimstreif des Skorpions hin, der nach Metschnikof (57 vergl. Fig. 1) zunächst „durch zwei transversale Furchen in drei Abschnitte“ getheilt wird.

Als eigentliche „Grundlage für die Behandlung der in Rede stehenden Frage“ speciell bei den Insekten stellte ich aber die von Ayers (1) bei *Oecanthus* entdeckten Gliederungsverhältnisse hin, welche letzteren ich nun an der Hand der Holzschnitte Fig. 8, 9 und 10 in knappen Umrissen wiedergeben will.

Fig. 8.

Fig. 8 Zweigliederiges Stadium, Vergr. 25/1.

Fig. 9.

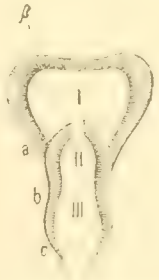


Fig. 9 Dreigliederiges Stadium, Vergr. 50/1.

Fig. 10.

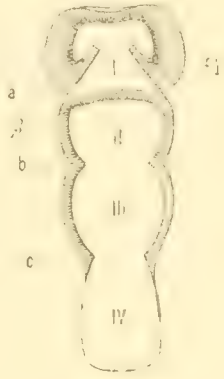


Fig. 10 Viergliederiges Stadium, Vergr. 50/1.

Fig. 8—10 Primäre Segmentirung des Keimstreifs von *Oecanthus* nach Ayers.

Im Stadium Holzschnitt 8 sondert sich der Keimstreif äusserlich in zwei Abschnitte, von welchen der vordere *I* dem vordersten fühlertragenden Kopftheil, der hintere dem übrigen Stamm zu entsprechen scheint. Ich

bezeichnete den ersten dieser Protosoma-Abschnitte als Vorder- oder Urkopf, Protocephaleum, den zweiten als Urrumpf oder Protocormus. Hiezu muss ich aber gleich bemerken, dass ich seinerzeit den Urkopf trotz des Nachweises der Existenz zweier Paare von Anhängen (Fühler und Oberlippen-Anlage) als Mikrosomit betrachtete, während es, wie sich im Laufe dieser Abhandlung herausstellen wird, immerhin möglich ist, dass er selbst ein aus mehreren einfachen Metameren zusammengesetztes Stammstück repräsentirt.

Im späteren *Oecanthus*-Stadium Holzschnitt 9 sehen wir drei Abschnitte, indem sich der früher noch einfache Urrumpf durch eine seitliche Einschnürung beziehungsweise durch eine Querfurche *b* wieder in zwei Abschnitte gesondert hat. Von diesen primären Urrumpftheilen entspricht nach Ayers der erste (II) der Summe der drei kiefertragenden oder, wie ich es nannte, gnathalen Segmente, während der zweite Urrumpfabschnitt (III) als gemeinsame Anlage des Thoracoabdomens anzusehen ist. Der erste primäre Urrumpftheil (II) ist also ganz sicher, gleich dem zweiten, ein wahres Makrosomit, für das ich die Bezeichnung Hinter- oder Kieferkopf — Gnathocephaleum — vorschlug.

Endlich sehen wir im Stadium Fig. 10, dass sich auch der hintere oder eigentliche Rumpftheil unter gleichzeitiger starker Verlängerung durch eine dritte Querfurche (*c*) in zwei grössere Abschnitte differencirt hat nämlich in das thoracale (III) und das abdominale Makrosomit (IV).

Bezeichnen wir die genannten Stammabschnitte nämlich Protosoma, Protocephaleum, Protocormus, Gnathocephaleum (Kieferkopf), Thorax und Abdomen der Reihe nach mit den Buchstaben *Ps*, *PC*, *PR* (Protocormus), *GC* (Gnathocephaleum), *Th* und *A*, so lassen sich die Gliederungsverhältnisse der besprochenen drei Keimstreifstadien von *Oecanthus* in folgende Formeln bringen:

$$\begin{aligned} &\text{I. Stad. } Ps = PC + PR \\ &\text{II. } \quad Ps = PC + GC + (Th, A) \\ &\text{III. } \quad Ps = PC + GC + Th + A, \end{aligned}$$

wobei das Zeichen + die Stelle einer wirklichen Einschnürung beziehungsweise die Grenze zwischen zwei Abschnitten andeutet. Es ergibt sich ferner aus dem Obigen von selbst, dass man, worauf auch Nusbaum (60) hinweist, in unserem Fall strenge genommen primäre (*PC* und *PR*), secundäre (*GC* und *Th*—*A*) und tertiäre (*Th* und *A*) Makrosomiten unterscheiden muss, und werden wir ferner gleich sehen, dass die Makrosomiten keineswegs etwa bei allen Insecten, wo solche überhaupt nachweisbar sind, einander immer gleichwerthig sind, das heisst der gleichen Summe von Mikrosomiten entsprechen.

In der Folge kam mir die Darstellung von Ayers umsomehr begründet vor, als ich bei *Stenobothrus* die Entdeckung machte, dass hier, wovon man bisher keinerlei Kenntniss hatte, auch das durch Invagination gebildete untere Blatt oder der Ptychoblast und zwar zum Theile unabhängig von der äusseren Gliederung in mehrere von einander völlig separirte[1] Makrosomiten zerfällt, die ich im Gegensatze zu den äusseren Gross-Segmenten innere Makrosomiten nannte. Hinsichtlich dieser inneren *Stenobothrus*-Makrosomiten schienen mir seinerzeit die wenigen mir hierüber vorliegenden und zum Theile auch unvollkommen isolirten Keimtreifen dafür zu sprechen, dass sie mit den äusseren Makrosomiten von *Oecanthus* übereinstimmten. Dies ist nun aber, wie in einem folgenden, die innere primäre Gliederung behandelnden Kapitel auf Grund zahlreicher neuer Präparate nachgewiesen werden wird, nicht durchaus der Fall.

Das der mikrosomitischen Gliederung vorhergehende letzte Makrosomiten-Stadium entspricht nämlich nicht der Formel

$$Ps = PC + GC + Th + A$$

sondern muss so geschrieben werden:

$$Ps = (PC, g_1) + (g_2, g_3, th_1) + (th_2, th_3) + A.$$

wobei g_1, g_2.. und th_1, th_2 die gnathalen, beziehungsweise thoracalen Mikrosomiten bezeichnen.

[1] Die erste Angabe über voll'g separirte innere Mikrosomiten verdanken wir bekanntlich Metschnikoff. Vergl. hierüber die Einleitung zu Capitel 6.

Eine makrosomitische Gliederung, und zwar eine äusserliche hatte ich dann seinerzeit noch bei *Linot* beobachtet, indem hier, wie man gelegentlich selbst am lebenden Ei (vergl. Taf. I, Fig. 14) namentlich in der Profillage wahrnehmen kann, frühzeitig der ganze Thoracalabschnitt durch je eine Einschnürung vom Kopf und Abdominaltheil gesondert erscheint und daher folgende Segmentirungsformel ergibt:

$$Ps = (PC, GC) + Th + A$$

oder:

$$= \quad C + Th + A$$

wenn der noch ungetrennte dem definitiven Kopf entsprechende Complex aus dem Proto- und Gnathocephalcum einfach mit C bezeichnet wird.

Obwohl nun seit dem Erscheinen jener Schrift, in der die vorerwähnten und einige andere die primäre Keimstreifgliederung betreffende Zustände besprochen und auch hinsichtlich ihrer morphologischen, beziehungsweise phyletischen Bedeutung gewürdigt wurden, erst zwei Jahre verflossen sind, so hatte ich doch schon die Genugthuung, dass speciell meine Auffassung der makrosomitischen Ptychoblastgliederung wenigstens von einer Seite eine vollständige Bestätigung fand. Ich meine damit Nusbaum's (60) kürzlich publicirte vorläufige Mittheilungen über die Keimstreifsegmentirung bei dem von ihm schon längere Zeit hindurch studirten *Meloe proscarabaeus*. Aufmerksam gemacht durch meine Befunde bei *Stenobothrus* gelang es ihm hier und zwar **sowohl am Ectoderm, als auch am Ptychoblast** (er nennt das untere Blatt Entoderm), das ist also äusserlich und innerlich „**zunächst vier sehr distincte** primäre Segmente" — und zwar sind es, wenn wir vom Urkopf absehen, wahre **Makrosomiten** — zu entdecken, die denjenigen entsprechen, welche ich seinerzeit (zum Theile in unrichtiger Umgrenzung) beim *Stenobothrus*-Ptychoblast beschrieben habe.

Auf ein Stadium $Ps = PC + PR$ folgt bei ihm eines von der Formel:

$$Ps = PC + GC + Th + A.$$

Während ich aber seinerzeit in Bezug auf den Modus der Unterabtheilung oder **Subsegmentation**, das ist der Sonderung der Makrosomiten in Mikrosomiten, für *Stenobothrus* die (wie sich zeigen wird nicht ganz zutreffenden) Formeln

$$\begin{aligned} PC + GC + Th + A &= PC + GC + th_1 + th_2 + th_3 + A \\ &= PC + g_1 + g_2 + g_3 + th_1 + th_2 + th_3 + A \\ &= PC + g_1 + g_2 + g_3 + th_1 + th_2 + th_3 + a_1 + a_2 \ldots (a_3, a_4 \ldots a_{11}) \\ &= PC + g_1 + g_2 + g_3 + th_1 + th_2 + th_3 + a_1 + a_2 + a_3 + \ldots a_{11}) \end{aligned}$$

aufgestellt, beziehungsweise am Präparat nachgewiesen hatte, fand Nusbaum, wenn wir statt seiner Segmentbezeichnungen unsere gegenwärtigen wählen, folgenden ein wenig complicirteren Gliederungs-Ablauf.

$$\begin{aligned} Ps &= PC + GC + th_1 + th_2 + th_3 + A \\ &= PC + g_1 + (g_2, g_3) + th_1 + th_2 + th_3 + A \\ &= PC + g_1 + g_2 + g_3 + th_1 + th_2 + th_3 + a_1 + a_2 + \ldots \end{aligned}$$

Was die phylogenetische Bedeutung der Makrosomitie betrifft, so sprach ich mich hierüber (21, S. 306 folgendermassen aus: „Kann aber die Tetramerie des segmentirten Urstadiums (von *Stenobothrus*) nicht wohl durch die (ohnehin nicht scharfe) Trimerie des Endstadiums — ich nannte dies auf der gleichen Seite, was C. **Heider** in der Folge (37, S. 81) als seine eigene Erklärung hinstellt, eine „**Anticipirung der späteren Gliederung**" — erklärt werden, so wird sie sonder Zweifel in **gewissen Gliederungsverhältnissen der Vorfahren der Insecten** ihren Grund haben. Dabei darf aber, wie ich ausdrücklich bemerken möchte, das in Rede stehende tetramere Keimstreifstadium keineswegs ohne Weiteres mit einem ähnlich gegliederten ausgebildeten Arthropoden verglichen werden." Diese Stelle erlaube ich mir aber deshalb zu wiederholen, weil sie von C. **Heider** (37, S. 80, 81), der meine Makrosomiten-Theorie noch nicht für hinlänglich begründet erachtet, in einer den Sinn ganz wesentlich alterirenden Weise wiedergegeben wurde.

C. Heider spricht sich am angegebenen Orte noch für die „Ableitung der Insecten von annelidenähnlichen Vorfahren" aus, doch können wir füglich auf diese, sowie auf manche andere damit verknüpfte Fragen erst dann näher eingehen, wenn wir die thatsächlichen Gliederungsverhältnisse der in Betracht zu ziehenden Thiere genauer kennen gelernt haben.

Wir betrachten nun zunächst die Darstellung C. Heider's über die primäre Gliederung von *Hydrophilus*, hinsichtlich welcher aber zu beachten ist, dass sie nicht an isolirten Keimstreifen, sowie mit geringen Ausnahmen auch nicht an Längsschnitten studirt wurde.

Nach ihm ist die äussere (und innere) Gliederung von *Hydrophilus*, was in der That auch bei manchen anderen Insecten der Fall ist, schon von vorneherein eine mikrosomitische. Dabei treten (vergl. Heider's Taf. I, Fig. 1*a*) — und dies ist wohl zu beachten — die ersten „als hellere und dunklere Querzonen sich kundgebenden Mikrosomiten, und zwar in der Dreizahl, verhältnissmässig weit hinten auf, nämlich etwa, wenn wir ihre Lage auf Grund eines älteren Stadiums (Fig. 3*a*) einigermassen zu fixiren suchen, in der Gegend der Brust oder der Abdomenbasis. Bald darauf werden (Fig. 1*b*, 1*c*) vor und hinter diesen ersten Segmenten, und im directen Anschluss an sie, neue sichtbar. Erst verhältnissmässig spät, wenn die Zahl der Mikrosomiten schon auf acht gestiegen ist (Fig. 2), wird nach C. Heider der Urkopf sichtbar, den er (S. 25) als eine selbstständige paarige Keimstreifanlage auffasst. S. 19 heisst es nämlich: „Die betreffende Partie des Blastoderms zeigt auch schon zwei zu beiden Seiten der Mittellinie gelegene, flügelförmige, verdickte Stellen (Fig. 2*k*), welche anfangs noch ganz verwaschene Contouren aufweisen und erst in den späteren Stadien als die Anlage der Kopflappen erkannt werden." Diese Darstellung scheint mir aber mit der citirten Figur insoferne nicht ganz in Einklang zu stehen, als hier die Marke *k* auf einem einheitlichen, nur vorne tief ausgebuchteten Gebilde steht. Ferner will ich schon hier kurz bemerken, dass das späte Auftreten des Urkopfes der nach C. Heider's Ansicht (S. 81) sehr gut gestützten Hypothese bezüglich „der Ableitung der Insecten von annelidenähnlichen Vorfahren" wenig günstig erscheint, denn bei den meisten Anneliden geht ja, wie u. A. auch Kennel (41) hervorhebt, die Entwicklung vom Urkopf aus.

Wir wenden uns nun zu den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen, die sich hauptsächlich auf *Lina*, *Melolontha*, *Stenobothrus*, *Pieris* und *Hylotoma* beziehen.

Die Eier von *Lina* betreffend, sei zunächst erwähnt, dass ich einigemale an in toto betrachteten lebenden Eiern zu einer Zeit, wo noch kein Keimstreif zu erkennen war, an der Ei-Oberfläche etliche, in Taf. I, Fig. 1 angedeutete schmale Querwülste sah. Diese stehen aber mit der späteren äusseren Keimstreifgliederung in keinem Zusammenhange und stellen nur unter dem Einfluss des Compressoriums entstehende Querrunzeln der Schale dar, eine Erscheinung, die ich auch an vielen anderen Eiern beobachtete.

Die erste Spur einer wirklichen Gliederung an dem in toto und bei durchfallendem starken Licht studirten Ei erkennt man im Stadium Fig. 6 und 7, das einem $1^1/_2$ Tage alten Ei angehört. Hier erscheint der vorderste Theil des Keimstreifs *PC*, in dessen Mitte eine halbmondförmige, beziehungsweise eine napfartige Einsenkung liegt, ähnlich wie dies schon Melnikof in Fig. 6 bei *Donacia* darstellte, beträchtlich verbreitert, weshalb man diesen Theil, im Anschluss an Melnikof, vielleicht als wirkliches Protocephaleum (nach Melnikof „Kopflappenbildung") ansehen darf.

Den isolirten Keimstreif eines naheliegenden Stadiums zeigt Fig. 24, Taf. II. Der Urkopf *PC* ist noch nicht scharf vom übrigen Blastoderm abgegrenzt; vor ihm erhebt sich ein schon von Melnikof erwähnter „Ringwall", die Anlage der cephalen Gastroptyche. Die zwei dicken Leisten *Pt* sind die Keimwülste.

Etwas weiter fortgeschritten ist die Gliederung im Stadium Fig. 8 und 9, die (im Hochsommer) nur um 10 Minuten auseinanderliegen. Man erkennt hier in der Mitte des Keimstreifs eine schwache Verbreiterung *Th*, die durch zwei seichte Lateralkerben vom übrigen Theile gesondert werden. Dies verbreiterte Bandstück entspricht dem späteren Thoracalabschnitt und ergibt sich daraus, dass der vorderste der drei hier sichtbaren Abschnitte als Kopf und der hintere als Abdomen aufzufassen ist.

Noch schöner sieht man diese äussere der definitiven Körperdreitheilung entsprechende Protosoma-Trimerie am isolirten Keimstreif in Fig. 25 und besonders in Fig. 26, Taf. II. Am Präparat Fig. 25, wo das nicht ganz geschlossene Ptychoblast-Rohr *Pt* noch völlig ungegliedert ist, erkennt man besonders schön die dem Thoracalmakrosomit angehörigen, anfänglich ganz selbstständig sich entwickelnden lateralen Anlagen der ventralen Hüllfalte (*lhf*), welche letzteren im Stadium Fig. 26 schon mit der Schwanzfalte zu einem gemeinsamen, vorne noch weit offenen Sacke (*fa*) verschmolzen sind. Am letzteren Präparat ist aber vor Allem die äussere Trimerie sehr deutlich zu erkennen und gestattet auch, was höchst wichtig ist, die von vorne beginnende mikrosomitische Segmentirung des abgeschnürten strangförmigen Ptychoblasts eine genaue morphologische Bestimmung des vordersten Keimstreif-Makrosomits. Wie die Abbildung lehrt, entspricht letzteres in der That dem ganzen definitiven Kopf, da es ausser den sogenannten Kopflappen *Pt'* noch weitere drei Ptychoblastmikrosomiten, nämlich die drei kiefertragenden oder gnathalen Segmente g'_1, g'_2, g'_3 umfasst.

Vergleichen wir diesen Zustand mit dem zuerst an Fig. 6 und 7 besprochenen, so erhellt, dass insoferne eine Umformung des Keimstreifs stattgefunden hat, als die frühzeitig auftretende äussere Einschnürung zwischen Urkopf und Urrumpf bald verschwindet und eine neue, um drei Mikrosomiten weiter hinten auftretende Einkerbung gebildet wird.

Überaus lehrreich ist das folgende, einem $2^1/_4$ Tage alten Ei entnommene Stadium in Fig. 27. Zunächst ist der Keimstreif im Ganzen beträchtlich schmäler und länger geworden. Wie schon aus der die Verlängerung begleitenden Verschmälerung hervorgeht, hat man sich die erstere hier nicht etwa durch ein einfaches Weiterwachsen des Hinterendes zu erklären, wie dies z. B. Kennel (I., S. 159) hinsichtlich des Peripatus thut, sondern in erster Linie durch eine Streckung des ganzen Protosomas, die aber gleichzeitig wohl auch mit einem „interstitiellen" (Kennel) Wachsthum, ich meine, mit einer Vermehrung des ganzen Zellmateriales verbunden sein dürfte. Dass hier nicht von einem „fortwachsenden Hinterende" gesprochen werden kann, geht aber besonders klar daraus hervor, dass das hinterste Ende des Keimstreifs in diesem Stadium noch die gleiche charakteristische Gabelung *g* der Gastralfurche aufweist, wie im Stadium Fig. 25, und dass man hier ferner keinen solchen Wucherungsherd, wie es bei Peripatus der auf das Hinterende beschränkte Blastoporus zu sein scheint, nachweisen kann.

Das vorliegende Stadium verdient aber besonders wegen des Fortschrittes in der äusseren und inneren Gliederung unser Interesse. Zunächst erscheint der Kopfabschnitt, beziehungsweise das alle vier cephalen Mikrosomiten[1] umfassende Makrosomit, der im früheren Stadium äusserlich noch ungetheilt war, durch ein Paar seitlicher Einkerbungen *a* in zwei Abschnitte geschieden. Davon erweist sich, wie die inneren, schon vollständig getrennten Mikrosomiten lehren, der Vorderabschnitt als secundärer Urkopf, während der Hinterabschnitt, da ihm drei Entomikrosomiten (g'_1, g'_2, g'_3) entsprechen, offenbar als Kieferkopf oder Gnathocephaleum zu deuten ist und demnach hier ein secundäres oder Deutomakrosomit vorstellt.

Eine ähnliche Differencirung wie das cephale zeigt nun auch das thoracale Ecto-Protomakrosomit. Es sondert sich nämlich durch eine anfänglich allerdings sehr seichte Einkerbung in zwei Theile. Von diesen entspricht nun — man beachte die zugehörigen zwei Entomikrosomiten (th'_1, th'_2) — der vordere Theil th_{1+2} dem ersten und zweiten Thoracalsegment und ist somit ein binäres Deutomakrosomit, während der zweite Abschnitt th_3 ein Mikrosomit, nämlich das dritte Thoracalsegment ist.

Ausserdem bemerkt man dann noch eine schwache Andeutung der Differencirung eines Segmentes an der Hinterleibswurzel, wo bereits zwei Entomikrosomiten (a'_1, a'_2)) vom im Übrigen noch ungetheilten Ptychoblaststrang abgegliedert sind.

Ich muss jetzt noch auf einige andere Verhältnisse aufmerksam machen. Zunächst erscheint der Seitenrand der Ectodermplatte des Keimstreifs, soweit die äussere secundäre Gliederung reicht, etwas aufgewulstet. Es kommt dies, wie die hier nicht dargestellten Querschnitte lehren, daher, dass der Keimstreif nicht ein flaches Band, sondern vielmehr eine freilich ziemlich seichte Rinne bildet, deren Ränder zum Theile auch

[1] Der Kürze wegen nenne ich gelegentlich auch den Urkopf ein Mikrosomit.

wegen des hier verdickten Entoptygmas in der Flächenansicht das in unserer Figur dargestellte Bild geben. Man bemerkt aber auch schon geringe Dickenunterschiede in den einzelnen Partien der Platte. So ist zunächst der Vorderkopf namentlich an den Seitentheilen beträchtlich dicker, als der übrige Keimstreif. Dann sind auch bereits die nächstfolgenden Segmente in der Mitte ein wenig dicker, als am Vorder- und Hinterrande, beziehungsweise in der intersegmentalen Zone. Dass solche segmentale Dickenunterschiede aber nicht etwa schon von vorneherein vorhanden sind und die einzelnen Segmente nicht gewissermassen aus besonderen Blastodermverdickungen im Sinne Heider's entspringen, lehren in überzeugender Weise die einschlägigen Längsschnitte, von denen ich vorläufig nur einen in Fig. 32 abgebildet habe. Die über dem bereits (mit Ausschluss des Abdomens) vollständig segmentirten Ptychoblast liegende Ectodermplatte zeigt hier, wenigstens nahe der Längsmittellinie, noch keine Spur einer Segmentirung, weder durch Einkerbungen, noch durch Dickenunterschiede, und werden erstere nur gegen den lateralen Rand hin bemerkbar.

Bei dieser Gelegenheit will ich noch bezüglich des *Hydrophilus* beifügen, dass ich zahlreiche Längsschnitte besitze, welche die Gliederungsverhältnisse zum Theile wesentlich anders zeigen, als sie C. Heider zur Darstellung bringt. So ist beispielsweise in C. Heider's Stadium Fig. 6*a*, Taf. II der im Dotter versenkte aber von Heider nicht dargestellte Abdominaltheil, ähnlich wie an unserem *Lina*-Längsschnitt, sowohl äusserlich als innerlich noch ganz ungegliedert und fehlen auch segmentale Dickenunterschiede im vorderen Theil, wo, wie ich schon seinerzeit (37) hervorhob, das Profil der Ectodermplatte eine stellenweise ziemlich unregelmässige Wellenlinie bildet.

Wir wenden uns nun zum *Lina*-Stadium in Fig. 28. Vor Allem erscheint der Keimstreif gegen früher beträchtlich länger und schlanker, wobei die Streckung, beziehungsweise das Wachsthum, insbesondere an dem um diese Zeit stark umgebogenen Abdomen *A* hervortritt. Weiters ist der Vorderkopf *PC* vom übrigen Stamm viel stärker abgeschnürt und ist im Ganzen, wohl durch Zusammenziehung, etwas kleiner geworden. An seinem Vorderrand, wo er früher nicht scharf von der ihn bedeckenden Hüllfalte abgegrenzt erschien, ist jetzt eine seichte und, wie wir seinerzeit hören werden, mit der späteren Oberlippenbildung im Zusammenhang stehende Einbuchtung wahrzunehmen. Was den hinteren oder gnathalen Kopftheil betrifft, so hat er in seiner ganzen Ausdehnung ungefähr die Breite des Brustabschnittes und ist etwas mehr gestreckt, als vorher. Letzteres gilt besonders vom bereits scharf abgegrenzten ersten Gnathalsegment g'_1, das sich im Vergleich mit den zwei übrigen kiefertragenden Mikrosomiten auffallend stark entwickelt zeigt und auch schon die erste, hier vollkommen seitenständige Anlage der Mandibeln oder Vorderkiefer erkennen lässt. Hinsichtlich des übrigen Stammes fällt es vor Allem auf, dass hier die äussere Gliederung weniger ausgeprägt ist, wie im vorhergehenden Stadium, ja zuweilen, wie gerade am abgebildeten Präparat, auch innerhalb der Thoracalregion fast ganz vermisst wird. Es ist diese, wie sich zeigen wird, auch bei anderen Insecten wiederkehrende Erscheinung der Segmentverwischung um so merkwürdiger, als die zugehörigen inneren Segmente, d. h. die segmentalen Ptychoblastabschnitte sich lateralwärts viel weiter ausgebreitet haben, als in der vorhergehenden Protosoma-Phase. Dieses Verhalten gibt uns zugleich einen deutlichen Fingerzeig, dass man sich das Zustandekommen oder die Ursache der äusseren Gliederung doch nicht allzu mechanisch vorstellen darf. Denn wenn u. A. Kennel (41, I., S. 166) in Bezug auf Peripatus meint, „die segmentalen seitlichen Ausbuchtungen machen ganz den Eindruck, als seien sie verursacht durch das Wachsthum der Segmenthöhlen, welche gegen die Oberfläche hin den geringsten Widerstand finden und dort das Ectoderm vor sich herwölben", so kann dies wohl kaum bezüglich des Protosomas von *Lina* und vieler anderer Insecten behauptet werden, da hier die erste, hauptsächlich nur in lateralen Contourverschiebungen sich darstellende Segmentirung vom untern Blatt, das ja zuweilen zur betreffenden Zeit noch gar nicht existirt, völlig unabhängig ist. Zudem ist auch nicht gut einzusehen, warum, wenn der Ptychoblast einer selbstständigen Gliederung unterliegt, nicht auch das Ectoderm sich selbst zu formen im Stande sein soll.

Im nächsten Stadium Fig. 29 hat das *Lina*-Protosoma im Ganzen zwar fast dieselbe Form wie in dem früher betrachteten, es tritt aber zugleich mit den Extremitätenanlagen die äussere Gliederung wieder schärfer

hervor, und zwar auch längs des ganzen Abdominalabschnittes, wo bereits alle eilf Segmente gesondert sind, und am letzten die auffallend breit gezogene und mit ihrem Seitentheile halbmondförmig nach oben gekrümmte Afterspalte *a* entwickelt ist. Im Einzelnen ist noch Folgendes hervorzuheben. Der Vorderkopf erscheint beträchtlich zusammengezogen, an den Seitenlappen stark verdickt und in der Mitte des Vorderrandes tief eingebuchtet. Der zweilappige Zustand, der nach Heider bei *Hydrophilus* der ursprüngliche wäre, scheint also hier eine secundäre Erscheinung zu sein; ferner ist noch das erste Abdominalsegment a_1 beachtenswerth. Es schliesst sich nämlich sowohl vermöge seiner Breite, als durch den Besitz von mir seinerzeit an minder vollkommenen Präparaten entgangenen Extremitätenanlagen enger an den Vorderrumpf, beziehungsweise an den Thorax, als an das Abdomen an.

Indem wir uns eine nähere Musterung der äusseren Gliederung am fertigen Embryo, sowie die Erörterung mancher einschlägigen Fragen für ein folgendes Capitel vorbehalten, sei nur noch das Stadium Fig. 30 kurz besichtigt, in welchem der inzwischen an seiner Mündung kreisförmig gewordene After *an* am Hinterpol liegt und somit die im früheren Capitel beschriebene starke Keimstreifverkürzung bereits vollzogen ist. Hier erscheint nun zunächst der Vorderkopf abermals kleiner und dicker als früher und beginnt auch bereits dessen engerer Anschluss an die stärker in die Breite gewachsenen beträchtlich verkürzten und enger aneinandergerückten Gnathalsegmente. Eine analoge Concentrirung beobachtet man ferner am Hinterende, indem die Grenze zwischen dem 11. und 10. Abdominalsegment kaum mehr zu erkennen ist.

Gehen wir nun auf *Melolontha* über, so gelang es mir hinsichtlich der äusseren primären Gliederung bisher leider nur wenige wirklich brauchbare Präparate zu gewinnen. Zunächst habe ich schon früher (21, Taf. XIV, Fig. 1) ein frühes Stadium abgebildet, in welchem das Protosoma nur zwei Abschnitte erkennen lässt, nämlich einen sehr in die Breite gezogenen und überhaupt sehr stark entwickelten Vordertheil, der sich als wahres Protocephalcum erweist und dann einen streifenartigen, aber äusserlich noch ganz ungegliederten Stammtheil, den Urrumpf oder den Protocormus. Es ist dies eine primäre Gliederungsform, die für eine Reihe von Insecten typisch zu sein scheint. Auch habe ich bezüglich des Urrumpfes darauf aufmerksam gemacht, dass dessen Ungegliedertsein in diesem Stadium deshalb sehr auffällt, weil das zugehörige untere Blatt (21, Fig. 1 *B*) bereits ganz in vollkommen von einander separirte Mikrosomiten gesondert ist.

Ein zweites hier in Betracht zu ziehendes Stadium sieht man dann in Fig. 56. Das Protocephalcum *PC* ist im Verhältniss zum schmalen Urrumpf noch mehr in die Quere gezogen. Am letzteren ist aber bereits bis auf das Schwanzende die mikrosomitische Theilung vollendet, wesshalb es natürlich völlig zweifelhaft bleibt, ob hier überhaupt eine makrosomitische Gliederung vorhergeht. Höchst auffallend ist die geringe Breite der Vorderrumpfsegmente besonders im Thoracalabschnitt (th_1, th_3). Es findet aber, wie das spätere Stadium Fig. 57 lehrt, sehr bald wieder eine Verbreiterung dieser Region und zugleich eine starke Zusammenziehung des Vorderkopfes statt.

Überaus interessant sind die bereits früher erwähnten primären Gliederungsverhältnisse von *Stenobothrus*, von dem ich im Laufe der letzten Jahre eine grosse Anzahl von Keimstreifen der verschiedensten Stadien präparirt habe, die aber hier mit Rücksicht auf den Raum nicht alle abgebildet werden konnten.

Indessen können wir die äussere Gliederung ziemlich kurz behandeln, da wir im Capitel über die innere Gliederung ab und zu auch wieder auf die erstere zurückkommen.

Das ursprünglichste, schildförmige Stadium in Fig. 73 ist bereits erwähnt worden. Aus ihm entsteht, wie es scheint hauptsächlich durch Streckung der hinteren Partie, das im Umriss birnförmige Stadium Fig. 74, in welchem bereits das untere Blatt, das ist der Ptychoblast *Pt* in Form eines medianen Stranges abgeschnürt ist. Die Ectodermplatte ist relativ sehr dick und sondert sich, aber noch nicht scharf, in einen breiten Vorder- und in einen schmäleren Hintertheil.

Im weiteren Stadium Fig. 75 ist das Protosoma ähnlich, wie wir dies schon früher bei *Pieris* gezeigt haben, und zwar offenbar theils durch Streckung, theils durch interstitielles Wachsthum, aus dem schild- in den streifenartigen Zustand übergegangen. Dabei erscheint aber immer noch der Vordertheil beträchtlich breiter als der übrige Abschnitt, im Ganzen aber doch etwas schmächtiger als im ursprünglichen Zustand

Die erste deutliche äussere Gliederung führt uns das Stadium Fig. 76 vor Augen. Dabei ist aber hervorzuheben, dass hier der erste äussere Gliederungsact der inneren Gliederung vorangeht. Es ist im Wesentlichen derselbe Zustand, den wir oben bei *Melolontha* (21, Fig. 1) erwähnten, nur dass hier die Ptychoblastplatte noch ungetheilt ist. Das Protosoma hat sich in den Urkopf *PC* und den Urrumpf *Pr* gesondert, und zwar geschieht dies hier, wie aus der Vergleichung mit den früheren Stadien hervorgeht, weniger auf dem Wege der Verbreiterung des Vordertheiles als vielmehr durch Streckung und Verschmächtigung des hinteren Abschnittes. Auch ergibt sich aus der ganzen Sachlage, dass diese Formänderung der Ectodermplatte völlig unabhängig vom Ptychoblast erfolgt. Hinsichtlich der übrigen Beschaffenheit des vorliegenden zweigliederigen Protosomas zeigt der Querschnitt in Fig. 49, dass sowohl der Urkopf (oben) als der Urrumpf (unten) mit den Seitenrändern sich stark nach innen krümmen. Ersterer hat im Ganzen die Form eines Napfes, letzterer die einer Rinne.

Die Schnitte lehren ferner, was übrigens auch aus der Flächenansicht sich ergibt, dass die Platte an den Seitentheilen des Protocephaleums etwas dicker ist als am Urrumpf, während ersteres vorne gegen früher beträchtlich verdünnt erscheint.

Der Keimstreif des folgenden Stadiums Fig. 77 unterscheidet sich vom eben besprochenen hauptsächlich nur dadurch, dass er erstens im Ganzen beträchtlich grösser ist und dann durch die auffallend starke Entfaltung der lateralen Theile des Urkopfes. Letztere erweisen sich hier, ähnlich wie am *Melolontha*-Keimstreif als wahre „Kopflappen." Ein Bild der übrigen Reliefverhältnisse gibt der zugehörige Querschnitt in Fig. 49, an dem oben der Urkopf getroffen ist. Da das Ectoderm des letzteren entschieden dünner ist als im früheren Stadium, ist die grosse Flächenentwicklung der Kopflappen zum Theile jedenfalls durch Dehnung zu erklären. Das nächste Stadium Fig. 78 zeichnet sich vor dem früheren durch eine allem Anscheine nach sehr rasch sich vollziehende reiche Gliederung des Urrumpfes aus, wobei aber sowie auch in der Folge, die innere Segmentirung der äusseren durchwegs vorangeht. Äusserlich findet man hier Urrumpfeinschnitte an zwei Stellen. Erstens zwischen dem Meso- und Metathoracalabschnitt (th'_2 th'_3) und zweitens zwischen letzterem und dem Abdominaltheil *A*. Der Urrumpf zeigt somit äusserlich zwei makrosomitische und einen mikrosomitischen Abschnitt und fehlen gegenüber den inneren Segmenten Einkerbungen an zwei Stellen.

Das Stadium Fig. 79 verhält sich ähnlich, nur ist die Sonderung des inneren Meso- und Metathoracalabschnittes in zwei Mikrosomiten auch äusserlich markirt.

Im nächsten Stadium Fig. 80, dessen Keimstreif, was vermuthlich auf Grössenvariationen zurückzuführen ist, auffallend kurz erscheint, ist auch äusserlich bereits der ganze Vorderrumpf mikrosomitisch gegliedert und das Gleiche gilt vom Stadium Fig. 81, wo das abgegliederte erste abdominale Entomikrosomit a'_1 noch kein separates Aussenstück hat. Ein solches findet sich erst im Stadium Fig. 83, wo ausserdem noch vor Allem zwischen den Thoracalsegmenten tiefe Einschnitte sich zeigen.

Im folgenden Stadium Fig. 84, wo der Keimstreif auffallend gestreckt erscheint, treten dann zwei neue äussere Abdominal-Mikrosomiten auf; die Zahl der gesonderten Ectoabdominalsegmente ist aber um vier kleiner als die der inneren Abschnitte, es eilt also auch hier die Innengliederung der äusseren bedeutend voran. Dagegen sehen wir im Stadium Fig. 85 bereits alle eilf äusseren Abdominalsegmente differencirt, welche sich, wie noch beigefügt sein mag, sehr lange nämlich fast zum Ausschlüpfen des Thieres getrennt erhalten.

Wir wenden uns nun zu den ungemein interessanten Gliederungsverhältnissen des Lepidopterenkeimstreifs, die, soviel sich auch insbesondere Tichomirof Mühe gegeben hat, sie zu enthüllen, bisher dennoch völlig unbekannt geblieben sind.

Wir verliessen oben den Keimstreif von *Pieris*, von dem hier, soweit es sich um die allerersten Segmentirungszustände handelt, allein die Rede ist, im Stadium Fig. 95 als ein bandförmiges Gebilde mit einem etwas verbreiterten und zugleich verdickten Kopftheil *C* und ohne Spur eines unteren Blattes.

Ein sehr wesentlicher Fortschritt im Vergleiche zu diesem einschichtigen Stadium zeigt sich nun an dem in Fig. 96 abgebildeten Keimstreif, den ich aber gleichwohl — und dasselbe gilt vom Protosoma Fig. 97 —

aus einem Ei präparirte, das demselben Eierhaufen wie das den Keimstreif Fig. 95 enthaltende Ei angehörte.[1]

Unser Stadium entspricht ungefähr dem der Fig. 22 von Tichomirof. Die vom genannten Forscher wohl etwas zu schematisch gehaltene Gastralrinne dehnt sich aber hier nicht fast über die ganze Länge des Keimstreifs aus, sondern ist — Näheres darüber später — hauptsächlich auf die thoracale und gnathale Region beschränkt. Auch sind die äusseren Einschnitte viel tiefer als sie Tichomirof in seiner Abbildung darstellt. Solcher Einschnitte sind im Ganzen drei Paare (α, β, γ). Wie sich durch die Vergleichung mit den folgenden Stadien mit völliger Sicherheit ergibt, entspricht die durch den vorderen und mittleren Einschnitt (α, β) begrenzte Protosomastrecke dem ganzen Thoracaltheil, so dass also, wenn wir zunächst von der hinteren, wahrscheinlich ohnehin schon mit Rücksicht auf ihre Seichtheit relativ secundären Einkerbung absehen würden, das Protosoma hier thatsächlich dieselbe Trimerie wie das fertige Thier aufwiese. Trotzalledem aber darf man, worauf ich übrigens noch zurückkomme, auf diese Übereinstimmung deshalb kein allzugrosses Gewicht legen, weil der dem thoracalen Ectomakrosomit folgende Abschnitt $\beta\,\gamma$, auch wenn wir ihn wirklich bloss als secundäres Makrosomit auffassten — für einen Mikrosomit ist er viel zu lang — am ausgebildeten Thier als solcher, das ist als selbstständiger Segmentcomplex bekanntlich nicht vorhanden ist.

Nachtragen muss ich noch, dass der Keimstreif unseres viertheiligen Stadiums dem Umfang nach sehr beträchtlich kleiner ist, als jener in Fig. 95. Daraus hat man nun zu schliessen, dass vor dem Übergang in den neuen Zustand eine bedeutende Zusammenziehung stattfindet, die möglicherweise wenn nicht als alleinige, so doch als mitwirkende Ursache der gastralen Invagination und vielleicht auch, wobei diese Contraction in den verschiedenen Keimstreifquerschnitten als ungleich gross vorauszusetzen wäre, als solche der Gliederung anzusehen ist.

Das folgende Stadium Fig. 97 unterscheidet sich äusserlich nur wenig vom besprochenen, nämlich von der grösseren Gestrecktheit abgesehen, hauptsächlich nur durch das Vorkommen zweier neuer (secundärer) Einkerbungen δ und ε am Kopftheile. Diese Kerben sondern einerseits den Urkopf (*PC*) vom ersten Gnathalsegment ($\delta\varepsilon$) und andererseits das letztere vom übrigen Hinterkopf ($\varepsilon\alpha$). Übrigens sind hier sowohl diese neuen Kerben, als auch die früheren zum Theile sehr undeutlich, wie denn überhaupt schon auf dieser Entwicklungsstufe die für die weiteren Stadien charakteristische Verwischung der äusseren Gliederung ihren Anfang nimmt. Insbesondere beachte man dann noch, dass das Ectothoracalmakrosomit keine den drei inneren Mikrosomiten ($th'_1 \ldots th'_3$) entsprechende Unterabtheilung erkennen lässt, während umgekehrt wieder das cephale Entomakrosomit *C* im Gegensatz zur äusseren Segmentirung sich noch vollständig ungegliedert zeigt. Es ist dies ein neuer Beweis, dass äussere und innere Gliederung von einander zum Theile unabhängig sind.

Im folgenden Stadium Fig. 98, welches Tichomirof gleichfalls unbekannt blieb, fällt vor Allem die bedeutende Längenzunahme auf, die, da der Keimstreif auch etwas breiter geworden ist, keineswegs etwa auf eine blosse Streckung zurückgeführt werden darf, sondern ein entschiedenes Wachsthum voraussetzt. Damit, das ist mit der starken Verschiebung der Ectodermzellen, mag es nun vielleicht auch zusammenhängen, dass die Einkerbungen der äusseren Platte zuweilen selbst an den bestpräparirten Keimstreifen nur schwach oder auch gar nicht mehr zu erkennen sind. Insbesondere aber ist die cephale Einkerbung δ und dann die abdominale völlig verschwunden.

Hier muss ich noch einen Punkt berühren. Tichomirof (71) sagt unter Hinweis auf seine Fig. 22 bezüglich des Seidenspinnerkeimstreifs, dass sich am letzten Abdominalsegment ähnliche Lappen wie am Kopf, die „Schwanzlappen" bilden „Diese Schwanzlappen entwickeln sich anfangs Hand in Hand mit den Kopflappen;

[1] Damit man sich ungefähr eine Vorstellung von der Mühseligkeit der Erlangung solcher Keimstreifen machen kann, sei Folgendes bemerkt: Ich hatte in einem Fläschchen etwa 150 viereinhalb Tage alte conservirte Eier. Von diesen wurde nun etwa die Hälfte geöffnet und bezüglich des Keimstreifs untersucht. Dabei gingen etwa Dreiviertel der Keimstreifen zu Grunde. Unter den erhalten gebliebenen und völlig rein präparirten, d. h. vom Dotter ganz befreiten Protosomen zeigten Alles in Allem aber nur drei die Phase Fig. 96 und 97.

in der Folge aber bleiben sie in ihrer Entwicklung immer mehr und mehr zurück und gehen schliesslich beinahe ganz in die Bildung des hintersten Paares der Bauchfüsse auf. „Mit Rücksicht darauf nun, dass auch Cholodkovsky (11) unter Berufung auf Tichomirof S. 92 von *Blatta* sagt, dass die Schwanzlappen den Kopflappen „ganz und gar entsprechen." mache ich zunächst darauf aufmerksam, dass speciell bei *Pieris* im vorliegenden Stadium von Schwanzlappen nichts zu sehen ist. Es erscheint hier wohl in den ersten Stadien (Fig. 95—97) das Schwanzende verdickt, aber auch diese Verdickung verschwindet lange vor der Anlage der Analfüsse.

Im weiteren Stadium Fig. 100 ist der ursprünglich makrosomitisch gegliederte Keimstreif in den äusserlich völlig ungegliederten Zustand übergegangen. Dies fällt desshalb auf, weil, wie man sieht, die innere, jetzt schon ganz mikrosomitische Gliederung bis auf das Hinterende fortgeschritten ist und vorne sogar schon die partielle Wiedervereinigung der secundär getrennten Ptychoblaststücke ihren Anfang genommen hat.

Bald darauf jedoch, sobald die Gliedmassenanlagen sich zeigen, tritt auch die Aussengliederung wie mit einem Schlage und zwar längs des ganzen Protosomas wieder auf. Leider muss ich hier wieder mit Rücksicht auf den Raum auf die Abbildung einiger mit Mühe präparirter, etwa der Phase Fig. 24 in Tichomirofs Arbeit entsprechender Zwischenstadien verzichten und gleich auf das Stadium Fig. 101 übergehen. Hier sieht man längs beider Körperseiten eine Kerblinie, wobei jedoch der Ausdruck der Gliederung hauptsächlich von den auf die Seitentheile gerückten Hälften der Entomikrosomiten herrührt. Speciell am Abdomen zählt man elf Abschnitte, unter denen, wie schon Tichomirof beim Seidenspinner hervorhob, das letzte und zwar nicht allein, wie ich glaube, mit Rücksicht auf die künftigen analen Haftfüsse, sondern auch im Zusammenhang mit der Proctodaeumanlage weitaus am grössten ist.

Das letzte Stadium, das ich von *Pieris* hier abgebildet habe, zeigt Fig. 102. Man beachte vorläufig daran die starke Breitenentwicklung und Dickenzunahme des bekanntlich hier als secundäres Segment auftretenden Vorderkopfes mit den mächtigen Seitenlappen und dann die weitere Grössenentfaltung des abdominalen Endsegmentes a_{11}.

Wir mustern jetzt noch einige Keimstreifen von anderen Schmetterlingen, die ich allerdings hauptsächlich behufs des Studiums gewisser Gliedmassenanlagen präparirt habe. Das jüngste dieser Stadien nämlich Fig. 107 ist von *Bombyx mori*. Da zeigt sich zunächst — und das Gleiche gilt vom Stadium Fig. 108, — dass die einschlägigen Abbildungen Tichomirof's (seine Fig. 25, 26 u. 27), ganz abgesehen davon, dass darauf keine Spur der Ptychoblast- beziehungsweise Mesodermsegmente sichtbar ist, entschieden zu breit gerathen sind.

Weiters beachte man, dass der Vorderkopf sehr stark verbreitert ist und seitlich in zipfelartige Fortsätze ausläuft. Dagegen erscheint das Analsegment a_{11} sehr in die Länge gezogen und lässt keine Spur der sogenannten Schwanzlappenbildung erkennen. Ein etwas älteres Stadium von *B. mori* zeigt noch Fig. 108. Im Vergleich zum früheren Keimstreif, der sich ungefähr im Stadium des Streckungsmaximums befindet, erscheint der vorliegende schon beträchtlich und zwar fast gleichmässig in der ganzen Länge zusammengezogen. Zugleich hat am Vorderkopf auch eine Contraction im Querdurchmesser stattgefunden.

Bezüglich des in Fig. 109 abgebildeten Keimstreifs von *Zygaena* sei vorläufig bloss bemerkt, dass u. A. sein Vorderkopf, obwohl der Keimstreif sonst ungefähr auf der gleichen Entwicklungsstufe wie der von *B. mori* in Fig. 108 steht, doch eine merklich abweichende Form hat. Dieser eine Fall gibt ein gutes Beispiel für die auch sonst beobachtete Thatsache, dass auch bei näher verwandten Thieren schon in der frühen Embryonalentwicklung entschiedene Differenzen in der Körperform sich geltend machen, und zuweilen sogar einen höheren Grad als beim ausgebildeten Thier erreichen.

Zum Schlusse untersuchen wir noch kurz eine Reihe von älteren Keimstreifstadien der *Gastropacha quercifolium* und zwar hauptsächlich, um festzustellen, wie sich die definitive äussere Gliederung des Embryos zur primären verhält.

Das jüngste der untersuchten Stadien (aus einem drei Tage alten Ei) zeigt Fig. 103. Es stimmt bis auf die geringere Entwicklung der Kopflappen sehr auffallend mit dem Seidenspinnerkeimstreif in Fig. 108

überein. Was die äusseren primären Segmente betrifft, so sind sowohl die cephalen, als die letzten abdominalen Metameren noch vollständig getrennt.

Anders ist es schon am Keimstreif Fig. 104 aus einem vier Tage alten Ei, der gegenüber dem früheren Protosoma-Zustand stark zusammengezogen und verbreitert erscheint und wo sich ferner schon die Seitenlappen der beiden polaren Drüsenblattanlagen (*PE*, *OE*) jederseits zu einem schmalen Bande (in der Figur links) vereinigt haben. Auch hat bereits die Verschmelzung aller vier Kopfsegmente stattgefunden, wobei aber die betreffenden Anhänge noch alle hinter einander liegen. Dagegen können die drei Endsegmente noch deutlich unterschieden werden, wenn auch das 10. Abdominalsegment (a_{10}) ventralwärts von den erst jetzt hervortretenden Seitenlappen des 11. oder Analsegmentes (a_{11}) grösstentheils verdeckt wird. Ähnlich ist bezüglich der Gliederungsverhältnisse auch Tichomirof's Darstellung betreffs des Seidenspinners an dem ungefähr der gleichen Phase angehörigen Keimstreif Fig. 27.

Wenden wir uns nun zum *Gastropacha*-Stadium in Fig. 105 aus einem etwa 5 Tage alten Ei, so überrascht uns zunächst die auch beim Seidenspinner vorkommende überaus starke neue Verkürzung des Keimstreifs. Dabei erscheint insbesondere auch der Kopf sehr zusammengezogen — die Hinterkiefer (Unterlippe) $g_3 a$ liegen bereits zwischen den Mittelkiefern — und dann der Endtheil. Im Gegensatz zu Tichomirof aber, der bei *B. mori* bereits in diesem Stadium das 9. a_9 mit dem 10. Abdominalsegment a_{10} verschmelzen lässt, finde ich hier diese zwei Segmente zwar stärker ineinander geschoben und zum Theil auch etwas reducirt, aber doch noch deutlich von einander getrennt.

Die völlige Verschmelzung dieser zwei Segmente konnte ich erst im Stadium Fig. 106 (7 Tage altes Ei) constatiren, wo wieder die Streckung, beziehungsweise das Längenwachsthum beginnt, die nun eine continuirliche ist. Tichomirof gegenüber, der schon frühzeitig auch noch das Analsegment mit den zwei vorhergehenden zusammenfliessen lässt, muss ich aber hervorheben, dass wenigstens bei *Gastropacha* — und dasselbe finde ich bei *Zygaena* — das primäre Endsegment (a_{11}) nicht nur während des Embryonallebens, sondern überhaupt persistirt, und dass also das Schmetterlings-Abdomen nicht 9, sondern 10 gesonderte Segmente aufweist. Dieser Sachverhalt wird u. A. auch in neuester Zeit durch die Untersuchungen von W. H. Jackson (40) bestätigt, der bei den Lepidopteren-Puppen 10 Abdominalglieder zählt.

IV. Capitel.

Zur Orientirung über die Keimblätter, nebst einigen neuen Beobachtungen über die Enteroderm- oder Drüsenblattanlage.

Bevor ich auf die Darstellung der inneren Gliederung, d. i. der Segmentirung des unteren Blattes oder des Ptychoblasts übergehe, scheint es mir am Platze zu sein, auf Grund der bereits vorliegenden und mancher von mir mitzutheilenden neuen Thatsachen festzustellen, was man eigentlich im Sinne der Keimblätterlehre unter dem Ptychoblast, beziehungsweise unter dem in Segmente sich theilenden Unterblatte zu verstehen hat.

Zu einer solchen vorläufigen Erörterung sehe ich mich aber umsomehr veranlasst, als in allerjüngster Zeit hinsichtlich der Deutung und Differenzirung des Insecten-Ptychoblasts Behauptungen zu Tage traten, die mir mit den thatsächlichen Zuständen nicht vereinbar erscheinen.

„Von demselben Gesichtspunkt" — sagt Rabl in seiner „Theorie des Mesoderms" (68, S. 207), nämlich wie bei den Wirbelthieren, wo das Mesoderm aus zwei symmetrisch am Urmundrand gelegenen Theilen des primären Entoderms entsteht — „muss auch die Mesodermbildung der Insecten aufgefasst werden. Auch hier besteht der Keim schon im Blastulastadium aus einer sehr grossen Anzahl von Zellen und es bildet sich zunächst eine „Bauchplatte" aus, die der Hauptmasse nach aus dem primären Entoderm (Entoderm + Mesoderm) besteht. Das Mesoderm besteht wieder aus zwei symmetrischen Platten, die einerseits bis an den späteren Urmund reichen, andererseits den schmalen medianen Entodermstreifen

zwischen sich fassen." Rabl fügt noch in Bezug auf ein von ihm gegebenes Querschnittschema (sein Holzschnitt 8 *E*) hinzu: „Es entspricht dieses Bild genau dem, was Kowalewski (43) und C. Heider (36) in Betreff der Keimblätterbildung von *Hydrophilus* ermittelt haben." Am deutlichsten kommt Rabl's Auffassung an seinem schon bezeichneten Holzschnitt Fig. 8 *E*, den wir unwesentlich verändert im Xylogramm 11 wiedergeben, zum Ausdruck. Es ist eine Flächenansicht des Keimstreifs im Stadium der Anlage der Gastralrinne, deren Ränder durch die innere geschlossene Contour bezeichnet werden. In diesem versenkten Keimstreifepithel sollen nun nach Rabl die (durch Schraffirung gekennzeichneten) lateralen Streifen (*ms*) dem von vorne herein paarig angelegten Mesoderm entsprechen, während der mediane (durch Punktirung markirte) Streifen in der ganzen Länge der Gastralfalte das secundäre Entoderm, d. i. die Darmdrüsenblattanlage oder das Enteroderm vorstellte.

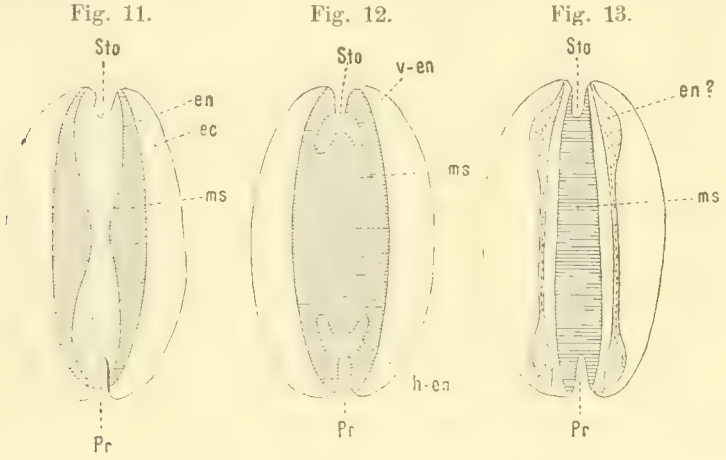


Fig. 11—13 Schematische Darstellung der Keimblätter der Insecten. *Sto* Stomo-, *Pr* Proctodaeum, *ec* Ectoderm, *ms* Mesoderm, *en* Enteroderm (Darmdrüsenblatt), und zwar *v—en* vorderes, *h—en* hinteres Enteroderm.

Fig. 11 Schema nach Rabl; Fig. 12 Schema des wirklichen Verhaltens bei den meisten Insecten; Fig. 13 bei den Musciden. (?)

Wenn Rabl, wie wir oben hörten, dieses Verhalten den Insecten im Allgemeinen zuschreibt, so wird vor Allem stillschweigend vorausgesetzt, dass zunächst überhaupt bei allen Insecten eine gastrale Versenkung vorkommt, oder dass alle Insecten, wie man es vielleicht, ohne den vieldeutigen Namen primäres Entoderm zu gebrauchen, auch nennen könnte, ein Gastroderm besitzen. Dagegen dürfte nun wohl mit Rücksicht auf die vorliegenden, im nächsten Capitel zu behandelnden Befunde trotz des u. A. seinerzeit von Witlaczil (78) und Korotnef (42) erhobenen Widerspruches kaum etwas einzuwenden sein. Es ist nur nöthig, dass wir den Begriff Ptychoblast, beziehungsweise Gastrulation hinlänglich weit fassen, nämlich ihn auch auf die u. A. von Kowalevsky (43), Grassi (26) und Carrière (9) bei gewissen Hymenopteren nachgewiesene Bildung anwenden, wo es sich, so scheint es, zum Theil wenigstens mehr um eine in der ganzen longitudinalen Medianzone des Protosomas stattfindende Wucherung von Zellen und nachträgliche Abschnürung oder Überwachsung, als um eine eigentliche Faltung handelt.

Schon mit mehr Recht könnte dann aber auf Grund der Angaben mancher Forscher zunächst bezweifelt werden, dass der Ptychoblast oder das Gastroderm mit der Darmdrüsenblattbildung überhaupt etwas zu thun hat. Es liegen in dieser Hinsicht hauptsächlich zwei Anschauungen vor, die hier, da sie von Rabl gar nicht berücksichtigt wurden, zunächst kurz besprochen werden sollen. Die eine dieser Anschauungen, welche seinerzeit u. A. von Dohrn (13), dann von mir selbst (19), Tichomirof (71), Korotnef (42), Patten (66) und Ayers (1) vertreten wurde, ist die, dass das Drüsenblatt von den Dotterzellen abstamme, wobei letztere nach der Meinung der meisten der genannten Forscher freilich selbst wieder vom Blastoderm und zum Theil speciell auch vom Ptychoblast ihren Ursprung herleiten sollten. Indessen kann, wie gleich betont sei, diese Anschauung beim gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss wohl nicht einmal in Bezug auf jene Insectenformen, für welche sie zunächst Giltigkeit haben sollte, aufrecht erhalten werden, und erscheint auf jeden Fall eine Verallgemeinerung dieser Ansicht, wie sie u. A. von Will (77) ausgesprochen worden ist, nicht zulässig. Ich stütze mich hiebei nicht blos auf die Untersuchungen von Grassi (26) und Voeltzkow (74, 75), sondern insbesondere auf meine langjährigen eigenen Beobachtungen. Unter den letzteren dürften aber in erster Linie diejenigen von entscheidender Bedeutung sein, welche sich auf die Zustände bei gewissen

Käfern (*Melolontha*), Orthopteren (*Stenobothrus*, *Gryllotalpa*), dann bei den Musciden und ferner bei den Schmetterlingen beziehen. Hinsichtlich der erstgenannten drei Gruppen habe ich bereits in meinen letzten Arbeiten (22, 25) gezeigt, dass hier u. A. die Dotterzellen, respective ihre Kerne von den wirklich gewebebildenden und speciell auch von den Elementen der ersten sicher erkennbaren Enteroderm- oder Drüsenblattanlage durch Grösse, Form und anderweitige Beschaffenheit ganz ausserordentlich abweichen, und zwar ohne dass ein Übergang dieser echten zelligen Dotterelemente in Gewebszellen irgendwie sicher nachgewiesen werden könnte. Auch wurde bereits von Grassi (26) für die Biene betont, was ich für alle von mir untersuchten Formen bestätigen kann, dass speciell an den Stellen der Dotterperipherie, wo das Drüsenblatt zuerst auftritt, im Allgemeinen keine irgendwie auffallende stärkere Ansammlung von wirklichen Dotterzellen wahrzunehmen ist. Übrigens müsste auch eine solche Ansammlung von Dotterzellen nicht nothwendig auf ihren Übergang in das Drüsenblatt bezogen werden, da man derartigen Anhäufungen zuweilen auch noch innerhalb des schon gebildeten und zum Theil auch des schon geschlossenen Drüsenblattes begegnet und sie auch ungezwungen mit der gesteigerten Resorption des Dottermateriales in Beziehung bringen kann.

Hier möchte ich, und zwar zunächst unter Zugrundelegung des in Fig. 148 abgebildeten Medianschnittes, dessen Zeichnung noch aus dem Jahre 1878 stammt, kurz auf die Drüsenblattbildung bei *Gryllotalpa* eingehen.

Die Wandung des Mitteldarmes besteht hier, wie es zum Theil auch Korotnef (42) darstellt, aus drei verschiedenen Strecken oder Zonen, nämlich aus einer vorderen *PE* und hinteren *OE* und aus einer mittleren. Die beiden ersteren Abschnitte setzen sich aus zwei dicken, gegen die Ränder hin sich verflachenden Schichten zusammen, und zwar aus einer inneren hohen Epithelschicht, die sich als wahres Drüsenblatt erweist, und aus einer Faserschichte. Die Mittelzone dagegen zeigt (auch auf Querschnitten) nur eine einzige, und zwar eine sehr dünne Schichte, welche Korotnef mit Recht als Fortsetzung der Faserschichte auffasst. Als Drüsenlage betrachtet aber Korotnef die Dotterballen mit den meist peripherisch liegenden Kernen *dz*, indem er sie (vergl. seine Fig. 65) ganz nach Art eines Epithels angeordnet sein lässt. Ich selbst kann aber eine solche Anordnung nicht constatiren und finde das Verhalten der riesigen Dotterzellen im Wesentlichen nicht anders wie bei den Musciden und vielen anderen Insecten. Gegen ihre Bedeutung selbst als provisorische Drüsenblattzellen spricht u. A. ihre ganz unregelmässige Vertheilung, sowie der Umstand, dass viele in Zerfall begriffen sind, indem man, was Korotnef entgangen zu sein scheint, im Innern des Dotters zahlreiche Kernpartikelchen (*dk*) antrifft.

Das Enteroderm des Mitteltheiles entsteht (ähnlich wie bei *Stenobothrus*) durch Ausbreitung der zwei wahrscheinlich vom stomodaealen und proctodaealen Ectoderm sich abzweigenden Endplatten.

Bezüglich der Lepidopteren, bei denen Tichomirof auf Grund seiner Befunde bei *B. mori* die Drüsenblattbildung auf die Dotterzellen zurückführt, wollen wir zunächst die einschlägige Darstellung des genannten Forschers hören, und zwar umsomehr, da es sich hiebei auch um das Mesoderm handelt.

„Wir haben gesehen" — heisst es S. 33 — „dass das primäre Entoderm, d. i. der Inbegriff der vom Blastoderm umschlossenen Zellen, zur Zeit der Bildung des Keimstreifs in sogenannte Dotterzellen verwandelt wird. Diese Dotterzellen können nun nicht ohne Verwandlung in den Bestand des Körpers aufgenommen werden. Sie zerfallen in kleinere Zellen, welche ich früher „secundäre Entodermzellen" nannte." In den ersten Stadien der Entwicklung geht dann dieses secundäre Entoderm in dem Masse, als es gebildet wird, sofort in die Bildung des Mesoderms auf..... So geben also die Insecten ein eclatantes Beispiel dafür, dass das Mesoderm doppelten Ursprungs ist, nämlich sich theils auf Kosten des Ectoderms (bei der Bildung der Gastralfurche), theils auf Kosten des Entoderms, d. i. der Dotterzellen bildet."

Was dann das Drüsenblatt betrifft, so leitet Tichomirof dessen Elemente gleichfalls vom secundären Entoderm, d. i. also von den zerfallenen Dotterzellen ab.

Hinsichtlich der von Tichomirof behaupteten centrifugalen Bewegung oder Wanderung der Dotterzellen ist vor Allem zu bemerken, dass hier möglicherweise wohl eine Verwechslung mit der von mir schon vor langer Zeit (18) bei *Lina* beobachteten und seither auch bei anderen Insecten und insbesondere bei *Melolontha* strenge nachgewiesenen (22) Auswanderung von Ptychoblastzellen in den Dotter vorliegt, eine Erscheinung, welche in jüngster Zeit insbesondere Nusbaum bei *Meloe* sicher nachgewiesen hat. Dass aber speciell auch bei den Schmetterlingen eine solche Ausstossung von Keimstreifmaterial vorkommt, sagt erstens Tichomirof selbst, und dann konnte ich sie, wie in meiner Keimblätterarbeit nachgewiesen werden soll, u. A. auch bei *Gasteropacha, Sph. tiliae* und *Pieris* verfolgen.

Hier sei zunächst noch eingeschaltet, dass u. A. auch C. Heider z. B. S. 30 bei *Hydrophilus* eine starke Auswanderung von Keimstreifzellen in den Dotter annimmt, wobei freilich diese Annahme nicht entsprechend begründet erscheint. Speciell die auf den Figuren seiner Tafel VII in der Nähe des Keimstreifs dargestellten Dotterelemente scheinen mir mit Rücksicht auf die Grösse ihres Kernes eher wirkliche primäre Dotterzellen zu sein, und ausserdem sagt C. Heider S. 41 selbst, „dass ich auch hier im Bereiche der hinteren Entodermanlage nirgends einen deutlichen Übergang von Dotterzellen in Zellen des Keimstreifs beobachten konnte".

Was dagegen die Frage betrifft, ob neben einer solchen Auswanderung von Ptychoblast-Elementen doch auch, wie u. A. Ayers (1) für *Oecanthus* und Nusbaum (58) für *Blatta* angeben, bei manchen Insecten wenigstens, eine Einwanderung von Dotterzellen in das untere Blatt stattfindet, so kann ich nur sagen, dass ich nie Schnitte vor Augen hatte, aus denen eine solche Zuwanderung mit einiger Sicherheit hätte erschlossen werden können.

Gegen die Begründung, welche Tichomirof für seine Annahme, dass das Drüsenblatt aus den Dotterzellen entsteht, gibt, erheben sich aber noch andere Schwierigkeiten. Tichomirof bringt die Bildung der angeblich aus dem Dotter auswandernden Elemente mit dem Zerfalle der primären grossen Dotterzellen in kleinere Tochterzellen in Zusammenhang. Nun habe ich aber eine derartige Dotterzellentheilung, wie man u. A. in Fig. 32, Taf. II (meiner vorliegenden Abhandlung) sehen kann, auch bei solchen Insecten *(Lina, Melolontha)* constatirt, bei welchen die Dotterzellen an der Drüsenblattanlage absolut keinen directen Antheil nehmen. Es sei dann speciell in Bezug auf die von mir sehr genau untersuchten Verhältnisse bei *Melolontha* noch besonders erwähnt, erstens, dass hier die Theilung der grossen primären Dotterzellen erst nach der Anlage des Drüsenblattes erfolgt, und zweitens, dass sich die Theilproducte nicht zerstreuen, indem sie in der Regel in Form eines Kranzes innerhalb des primären Dotterballens vereinigt bleiben.

Wie u. A. der *Pieris*-Längsschnitt in meiner Fig. 113 zeigt, fehlt speciell bei manchen Schmetterlingen die Dotterzellentheilung ganz, oder sie tritt doch erst auf, nachdem das Drüsenblatt schon gebildet ist.

Nach alledem darf man nun wohl behaupten, dass das Drüsenblatt nicht aus den Dotterzellen entsteht, und wäre also in dieser Hinsicht gegen Rabl's Anschauung, soweit sie zunächst blos behauptet, dass der Ptychoblast die gemeinsame Mutterstätte für das Meso- und Enteroderm sei, nichts einzuwenden.

Es liegen aber noch andere, von Rabl gleichfalls nicht in Betracht gezogene Angaben vor, nach welchen, wenn sie richtig wären, der Ptychoblast consequenterweise als blosse Mesodermanlage bezeichnet werden müsste.

Ich denke hier zunächst an die Angaben von Witlaczil (78) hinsichtlich der Aphiden. Diesen zufolge soll nämlich hier der Mitteldarm einfach durch Verlängerung und Zusammenwachsen von Stomo- und Proctodaeum entstehen, und würde somit, da Witlaczil die genannten Darmendstrecken als wahre Ectodermeinstülpungen ansieht, selbst ectodermatischen Ursprungs sein. Allerdings hat u. A. Will (77) diese Anschauung als gar nicht discutirbar zurückgewiesen und ihr eine andere Behauptung entgegengestellt, dass nämlich bei den viviparen Aphiden der Mitteldarm als solider Strang mitten im Dotter und aus den Zellen des letzteren entstehe; ich habe jedoch bereits in meiner letzten Arbeit (25) durchblicken lassen,

dass ich, wenn ich nur die Wahl zwischen den genannten zwei Anschauungen hätte, wohl der Witlaczil'schen den Vorzug gäbe. Leugnen lässt sich freilich nicht, dass auch diese Anschauung im Hinblick auf das entschieden ganz abweichende Verhalten bei allen anderen bisher untersuchten Insecten sehr gewagt erscheint, wie denn u. A. zuerst von mir (22, Taf. V, Fig. 37) an Schnitten gezeigt worden ist, dass bei anderen Hemipteren das Darmdrüsenblatt ganz so wie bei den meisten Insecten, d. i. in Form zweier symmetrischer ventral-lateraler Streifen den Dotter umwächst. Es darf aber andererseits nicht vergessen werden, dass bei den Aphiden eine solche Dotterumwachsung, wie übrigens schon Metschnikof (54) gezeigt hat, thatsächlich nicht vorkommt, und scheint mir daher der Schluss nicht so ungerechtfertigt, dass bei den in so vieler Hinsicht sich apart entwickelnden Aphiden auch die Mitteldarmbildung einen andern und zwar wahrscheinlich einen einfacheren Verlauf wie sonst nimmt.

Ein ectodermatischer Ursprung des Drüsenblattes wird aber bekanntlich in der letzten Zeit von Voeltzkow (74, 75) auch für solche Insecten angenommen, bei denen dieses Blatt im Übrigen in der gewöhnlichen, zuerst bekanntlich von Kowalevsky nachgewiesenen Weise, d. i. in Form zweier vom Stomo- und Proctodaeum ausgehender und den Dotter umfangender Streifen sich entwickelt.

Bekanntlich hat Voeltzkow zunächst hinsichtlich der Musciden behauptet, dass die an den blinden Enden des Stomo- und Proctodaeums nachweisbaren und als die echten Drüsenblattkeime sich erweisenden Zellpolster, welche ihr Entdecker Kowalevsky (44) vom unteren Blatt oder dem Ptychoblast ableitete, nichts Anderes als Wucherungen des Stomo- und Proctodaeums seien. Mit Rücksicht darauf aber, dass nach Voeltzkow's Darstellung Mund- und Afterdarm selbst Ptychoblastgebilde wären, müssten die Drüsenblattkeime trotz Voeltzkow, der sie als ectodermatische Theile bezeichnet, consequenterweise dem Ptychoblast zugerechnet werden. Zudem habe ich in meiner Musciden arbeit höchst eigenthümliche, bei anderen Insecten bisher völlig unbekannte Verhältnisse nachgewiesen, nach denen es mindestens möglich ist, dass hier die Drüsenblattkeime zum Theile aus ganz selbständigen Einstülpungen des Keimstreifepithels aus den sogenannten lateralen Gastralfalten entstehen.

Kann man aber auch Voeltzkow's Annahme mit Rücksicht auf unsere gegenwärtige Kenntniss dieser Verhältnisse und mit Rücksicht auf die später von mir noch mitzutheilenden neuen Ergebnisse für nicht sehr wahrscheinlich halten, so dürfen wir sie, wie ich gleich zeigen werde, gegenwärtig doch nicht als absolut unbegründet zurückweisen. Man beachte nämlich in erster Linie, dass der eine Einwurf gegen Voeltzkow's Annahme, dass nämlich Stomo- und Proctodaeum selbst Ptychoblastgebilde seien, von mir selbst wenigstens zum Theil weggeräumt wurde, indem ich auf das Überzeugendste nachwies, dass jedenfalls das Stomodaeum kein Ptychoblastdivertikel, sondern eine selbständige und wahre Ectodermeinstülpung ist. Aber noch mehr.

Während Voeltzkow den Beweis dafür, dass speciell der vordere Drüsenblattkeim eine blosse Wucherung des Stomodaeums sei, schuldig geblieben ist, habe ich in meiner Musciden arbeit mehrere Längsschnitte durch die betreffende Region (wie z. B. Fig. 24, 24* und 25) abgebildet, welche die Voeltzkow'sche Anschauung wohl zu unterstützen geeignet sind.

Ausser für die Musciden hat dann bekanntlich Voeltzkow einen ectodermatischen Ursprung der Drüsenkeime auch für *Melolontha* behauptet, wogegen ich seinerzeit (25) zwei Einwendungen erhob, die mir gegenwärtig, nachdem ich in dieser Hinsicht viele neue Erfahrungen gesammelt habe, zum Theil wenigstens nicht mehr ganz zutreffend erscheinen, womit ich aber, wie sich aus dem Weiteren ergeben wird, nicht etwa ohne Weiteres der Voeltzkow'schen Ansicht beipflichten möchte.

Zunächst erinnerte ich nämlich, und zwar veranlasst in erster Linie durch Voeltzkow's eigene Angaben bei den Musciden, ferner auf Grund der Befunde Balfour's, Ayers' und Bruce's bei *Peripatus*, beziehungsweise bei *Oecanthus* und den Lepidopteren, an die Möglichkeit, dass vielleicht doch, wie solches bei den Musciden hinsichtlich des Proctodaeums wirklich der Fall zu sein scheint, auch bei manchen anderen Insecten die beiden Endtheile des Darmes oder wenigstens eines dieser Enden aus den polaren Endigungen des Ptychoblasts hervorgehen und somit nicht ectodermatischen Ursprungs sein könnte.

Nun bin ich aber in der Lage, insbesondere für das Proctodaeum einiger Insecten zu zeigen, dass ein unmittelbarer Zusammenhang desselben mit der Gastralfalte allem Anschein nach nicht besteht. Ich verweise in dieser Beziehung vor Allem auf die Abbildungen der *Lina*-Keimstreifen Fig. 24—29. In Fig. 24 ist der Ptychoblast noch eine nach aussen geöffnete Rinne. In Fig. 25—27 erscheint dann der Ptychoblast zwar ganz geschlossen, man sieht aber in seiner ganzen Ausdehnung noch eine Höhlung. Im hier nicht abgebildeten Stadium zwischen dem Zustand Fig. 27 und 28 verschwindet aber auch die primäre Höhlung oder das Gastrocoel, soviel ich wenigstens bisher zu sehen vermochte, vollständig, und im Stadium Fig. 28 ist auch, wie der helle Mittelstreifen zeigt, der ganze abdominale Ptychoblast bereits in zwei anfänglich noch solide Stränge getheilt. Was nun aber die Proctodaeumeinstülpung betrifft, so finden wir eine solche erst im Stadium Fig. 29 *an*, und zwar als eine sichelförmig gekrümmte Querspalte, für die ich einen Zusammenhang mit der gastralen Längsspalte bisher auch an Schnitten nicht nachweisen konnte. Dabei darf aber nicht verschwiegen werden, dass manche Ansichten des lebenden Keimstreifs (vergl. z. B. Fig. 14—16 *gf*, *an*) wieder für einen Zusammenhang zwischen der Gastralfalte und dem Proctodaeum sprechen. Übrigens hoffe ich die Frage in Bälde, sobald ich einmal zum Schneiden der Eier der betreffenden Stadien komme, endgiltig beantworten zu können.

Klarer als bei *Lina* ist es — was ich übrigens schon bei einer früheren Gelegenheit hervorgehoben hatte — bei *Stenobothrus*, dass hier weder das Proctodaeum, noch das Stomodaeum mit der Ptychoblasthöhlung in irgend einem Zusammenhang stehen. Das Gastrocoel verschwindet hier ausserordentlich frühzeitig, indem beispielsweise schon im Stadium Fig. 75, wie die Querschnittserien lehren, keine Spur mehr davon vorhanden ist, und der Ptychoblast einen völlig isolirten und ganz massiven Strang bildet. Was nun zunächst die Mundeinstülpung betrifft, die jener des Proctodaeums hier beträchtlich vorauseilt, so entdeckt man ihre Anlage erst zu einer Zeit (Fig. 80), wo der Ptychoblast bereits gegliedert ist. Die Afteröffnung hingegen wird erst im Stadium Fig. 84 sichtbar, d. i. ungefähr dann, wenn die Gliedmassenanlagen schon etwas differenzirt und die Segmentalhöhlen wenigstens vorne ausgebildet sind.

Mit Rücksicht darauf, dass Bruce speciell bei den Schmetterlingen das Proctodaeum als den hintersten Abschnitt der Gastralfalte auffasst, war ich in der letzten Zeit insbesondere auch bei diesen Insecten bemüht, in unserer Frage mehr Klarheit zu gewinnen.

Die Befunde sprechen nun auch hier nicht für den ptycho-, sondern für den ectodermatischen Charakter des Proctodaeums.

Ähnlich wie bei *Stenobothrus* kommt es hier nämlich sehr rasch zu einem Verschluss der Gastralfalte, beziehungsweise zum Schwinden des Gastrocoels, von dem beispielsweise im Stadium Fig. 98 auch auf Schnitten nichts mehr zu erkennen ist. Die Afterbildung aber fällt in ein noch beträchtlich späteres Stadium (Fig. 101), wo gleichfalls schon die Gliedmassenanlagen hervortreten, und der Ptychoblast in zwei symmetrische Seitentheile gesondert ist, zwischen welchen bereits die Bauchmarksanlage zur Differenzirung gelangt.

Ich komme nun zur zweiten Einwendung, die ich seinerzeit gegen Voeltzkow's Darlegung der angeblich ectodermatischen Drüsenblattanlage bei *Melolontha* machte. Ich bestritt nämlich auf Grund einiger in der That ein wesentlich anderes Verhalten zeigenden Präparate am gleichen Object, sowie unter Hinweis auf die einschlägigen, gleichfalls abweichenden Zustände bei *Lina* (vergl. in meiner Muscidenarbeit Taf. X, Fig. 124—127), dass speciell der vordere Drüsenblattkeim in der von Voeltzkow angegebenen Weise als Wucherung der Stomodaeumwand aufzufassen sei. Ich muss nun diesfalls erklären, dass mir aus verschiedenen, zum Theil noch mitzutheilenden Gründen meine damals entwickelte und bekanntlich u. A. auch von Kowalevsky getheilte Anschauung, dass die Drüsenblattkeime Ptychoblastgebilde seien, auch jetzt noch mehr Berechtigung zu haben scheint, als die Voeltzkow'sche Auffassung; ich glaube aber, wir müssen wenigstens eingestehen, dass Voeltzkow's Annahme durch die bis jetzt vorliegenden Arbeiten noch keineswegs widerlegt ist. Wie wenig Sicheres wir in dieser Beziehung noch wissen, zeigt u. A. auch die Monographie C. Heider's (37) über *Hydrophilus*. Da lesen wir zunächst S. 41 über die Anlage des hinteren Drüsenblattkeimes: „Woher stammt dieselbe? Es liegen zwei Möglichkeiten vor. Entweder ist die

hintere Entodermanlage eine selbständig gewordene Partie des unteren Blattes, oder sie stammt von den Dotterzellen. Ich kann mich über diese Frage nicht mit absoluter Sicherheit aussprechen." Aufgefallen ist mir dabei, dass C. Heider, obwohl er Voeltzkow's Arbeiten kannte, auf die dritte Möglichkeit, dass nämlich die hintere Drüsenblattanlage eine Wucherung des Proctodaeums selbst sein könnte, nicht näher eingeht, obwohl die einschlägige Zeichnung Fig. 92, die allerdings ziemlich schematisch ist, eine solche Deutung durchaus nicht ausschliesst. Auch muss ich gleich beifügen, dass ich vom gleichen Object zahlreiche Schnitte habe, die sogar noch mehr für die Voeltzkow'sche Deutung sprechen.

Aber auch für die vordere oder stomodaeale Drüsenblattanlage hat C. Heider meines Erachtens, wie ich in meiner nächsten Arbeit näher darzulegen hoffe, keinen vollständigen Beweis gegen Voeltzkow's Annahme erbracht.

Ausserdem ist bei C. Heider die wichtige Frage nach dem ursprünglichen Verhalten des stomodaealen Mesoderms nahezu unberührt geblieben.

Gleichwohl aber halte ich es, gleich Heider und manchen anderen Forschern, für möglich, dass beide Drüsenblattanlagen dem Ptychoblast entstammen. Ich stütze mich hiebei zunächst auf den Gesammteindruck, den mir die betreffenden, von mir bei ungefähr sechs verschiedenen Formen genauer verfolgten Verhältnisse machen. Fast mehr Gewicht aber noch als auf die mir vorliegenden und erst noch intensiver zu studirenden und zu vergleichenden zahlreichen Schnitte lege ich auf einige Totalansichten gut präparirter *Lina*-Keimstreifen. Zu diesen gehört u. A. die vielleicht auch schon von Melnikow beobachtete Ansicht in Fig. 24. Hier sieht man am Vorderende der Gastralfalte eine isolirte dicke Zellmasse *x*, die ich nach Allem was ich bisher an Durchschnitten gesehen habe, als vordere Drüsenblattanlage betrachten muss, die natürlich hier, da der definitive Mund noch nicht existirt, und die Gastralfalte überhaupt noch offen ist, schwerlich eine Ectodermbildung sein kann. Ferner verweise ich auf die Ansicht des Keimstreifs Fig. 27, wo wir eine in mancher Hinsicht ähnliche und wenigstens zum Theil isolirte Zellmasse am Hinterende der Gastralfalte bei *y* erblicken.

Doch muss ich bezüglich der Deutung dieser Bildungen mein Urtheil bis zur Ausarbeitung meiner Keimblätterarbeit verschieben.

Nachdem wir nun gesehen haben, dass es noch keineswegs feststeht, dass die Gastralfalte oder der Ptychobalst, bei allen Insecten ausser dem Mesoderm auch das ganze Enteroderm liefere, wollen wir noch die Anordnungsweise der genannten zwei Blätter innerhalb ihrer gemeinsamen Anlage ins Auge fassen.

Wie man sich erinnern wird (vergl. Xylogramm 11), soll nach Rabl das Drüsenblatt aus einem Mittelstreifen (*en*) und das Mesoderm aus zwei Seitenstreifen der Gastralfalte sich entwickeln. Dabei beruft sich Rabl ausschliesslich auf Kowalevsky's und Heider's Befunde bei *Hydrophilus*. Es will mir aber bedünken, dass Rabl seine Gewährsmänner zum Theil wohl nicht ganz richtig interpretirt hat. Was zunächst Kowalevsky betrifft, so liess ja dieser Forscher bei *Hydrophilus* das Drüsenblatt aus den lateralen Randtheilen des Unterblattes hervorgehen, und zwar ohne dass er etwa annahm, es seien gerade die betreffenden seitenständigen Unterblattstreifen auf eine mediane Zone des primären Ptychoblasts zurückzuführen.

Mit mehr Recht beruft sich Rabl auf Heider's erste Arbeit (36). Hier wird nämlich in der That (vergl. Fig. 23—29) die Sache so dargestellt, als ob die Anlage des Drüsenblattes ursprünglich die mediane Längszone des Gastroderms einnähme und erst später eine Trennung in zwei laterale Streifen erfolgte. So heisst es z. B. S. 26: „Die nächste nun zur Erscheinung kommende Veränderung ist, dass die Entoderm anlage als Ganzes sich nach der lateralen Richtung verschiebt" und wird noch beigefügt, dass die betreffenden Zellen „den Eindruck von amöboiden Wanderzellen machen".

Indem aber Rabl annimmt, dass der Mittelstreifen des Ptychoblasts in der ganzen Länge des letzteren als Drüsenblattanlage aufzufassen sei, sieht man, dass er Heider's Arbeit doch nicht vollständig genug gewürdigt hat. Seite 30 sagt nämlich Heider ganz ausdrücklich: „Die Entodermanlage entwickelt sich im Vordertheil und nahe dem Hinterende des Embryos in zwei gesonderten Stücken, welche erst in späteren

Stadien gegen einander wachsen und mit einander verschmelzen." Auch beruft sich Heider auf der gleichen Seite auf die Befunde Kowalevsky's und Grassi's bei der Biene, wo entgegen der Rabl'schen Aufstellung die Drüsenblattanlage gleichfalls in eine vordere und hintere zerfällt, welche beiden Strecken sich erst vereinigen, nachdem die Differenzirung der Keimblätter längst vollendet ist. Auch ist zu beachten, dass das Drüsenbatt in dem Stadium, wo es wirklich nahezu die ganze Länge des ehemaligen Ptychoblastfeldes einnimmt, keineswegs einen medianen, sondern vielmehr im Anschluss an das Mesoderm zwei laterale Streifen bildet.

Da sich Rabl speciell auch auf Kowalevsky beruft, muss es auffallen, dass er dessen Angaben bei *Musca* unberücksichtigt liess. Diese inzwischen bekanntlich von Voeltzkow und mir vollständig bestätigten Angaben sind allerdings mit dem Rabl'schen Schema nicht vereinbar, denn sie lehren, dass die Drüsenblattanlage nicht eine continuirlich-longitudinale, sondern vielmehr, wie wir ja zum Theil schon früher erfuhren, eine bipolare, d. i. eine von den beiden Enden des Keimstreifs ausgehende ist.

Hier sei noch kurz der von Rabl unerwähnt gelassenen Mittheilungen Nusbaum's (59) bei *Meloe* Erwähnung gethan. Dieser verdienstvolle Forscher ist, so viel ich weiss, der einzige, der, freilich auch nur in gewisser Hinsicht, eine der Rabl'schen ähnliche Darstellung der ersten Drüsenblattanlage gegeben hat. Er unterscheidet nämlich (vergl. dessen Fig. 1 u. 2) ausdrücklich auch eine „centrale unpaarige" Drüsenblattanlage, die zum Theil freilich nur als „unansehnlicher" Streifen die ganze Länge zwischen Stomo- und Proctodaeum einnehmen sollte, wobei sie allerdings vorne und hinten weitaus am stärksten entwickelt wäre. Im Übrigen lässt sich aber das von Nusbaum angegebene Verhalten auch nicht auf Rabl's Schema zurückführen; denn Nusbaum unterscheidet neben der medianen noch zwei relativ mächtige laterale Drüsenblattanlagen, die sich gemeinsam mit dem Darmmuskelblatt (der sogenannten Splanchnopleura) aus der inneren Wand der ausgehöhlten lateralen Ptychoblaststränge entwickeln sollten, wie ich Ähnliches selbst seinerzeit — aber, wie ich jetzt einsehe, mit Unrecht — constatiren zu können geglaubt hatte.

Doch gehen wir nun etwas näher auf die Prüfung der verschiedenen, über die räumliche Ausdehnung der Drüsenblattanlage, beziehungsweise — Anlagen bestehenden Anschauungen ein. Es dürfte sich dies umsomehr empfehlen, als es mir den Eindruck macht, dass in dieser Beziehung im Gegensatz zu den Anschauungen über den Ursprung dieses Blattes leicht eine Vereinigung der zum Theil nur scheinbar verschiedenen Ansichten erzielt werden könnte.

Es mag das genau festgestellte Verhalten der Musciden zum Ausgangspunkt dienen. Hier beschränkt sich nach Kowalevsky (44, S. 52) die primäre Drüsenblattanlage auf je einen Zellenpolster am Stomo- und Proctodaeum, und erfolgt deren weiteres Wachsthum ganz unabhängig vom übrigen dazwischen liegenden Theil des unteren Blattes, weshalb er auch sagt, „dass die sich schliessende (Ptychoblast-) Rinne fast auf ihrer ganzen Länge nur das Mesoderm liefert". Diese Darlegung fand nun, wie bereits erwähnt, durch Voeltzkow's und meine Untersuchungen ihre volle Bestätigung. Zumal aus den von mir dargestellten Längsschnitten (25, Taf. III, Fig 24—26) geht zunächst zur Evidenz hervor, dass die beiden polaren Drüsenblattanlagen (Pro- und Opistho-Enteroderm) schon sehr frühzeitig, wo sie noch ganz kleine Zellpolster bilden, vom eigentlichen Keimstreif (beziehungsweise Mesoderm) ganz getrennt sind, indem sie vom Stomo- und Proctodaeum aus ganz frei in den Dotter hineinragen. Die genannten Schnitte lehren dann ferner, dass die beiden Drüsenblattanlagen auch bei ihrem weiteren Wachsthume, das heisst indem sie sich einander in Form je zweier lateraler Streifen, die gleich den Schenkeln eines Hufeisens aus der medianen Anlage hervorgehen, nähern, vom unteren Blatte des Keimstreifs, das sonach dem Mesoderm entspricht, völlig unabhängig bleiben, beziehungsweise, dass sie von dorther keinerlei Zellen erhalten. Die Drüsenblattstreifen schieben sich hier nämlich einfach unter beständiger Vermehrung ihrer eigenen Zellen über das Mesoderm weg.

Fast ganz das gleiche Verhalten konnte ich dann zunächst bei *Lina* constatiren, nur dass hier die primären polaren Anlagen und desgleichen die von ihnen auswachsenden Streifen viel ärmer an Zellen sind. Man vergleiche in dieser Beziehung die in meiner letzten Arbeit (25) gegebenen Längsschnitte

Fig. 124—127. Man ersieht daraus insbesondere, dass die erwähnten Streifen von der innern oder nach Heider paralecithalen Wand der ausgehöhlten Mesodermstränge ganz und gar getrennt erscheinen.

Noch weit klarer als an Schnitten, die ja doch immer, für sich allein betrachtet, nur sehr einseitige und daher auch leicht zu missdeutende Ansichten gewähren, erkennt man die polaren Drüsenblattanlagen an vollkommen isolirten, entsprechend gefärbten und gut aufgehellten Keimstreifen mancher anderer Insecten.

Von den wahrhaft instructiven Präparaten dieser Art erwähne ich zunächst das in Fig. 107, Taf. IX abgebildete Protosoma von *Bombyx mori*. Hier sieht man zunächst vorne im unmittelbaren Anschluss an das noch ganz kurze Stomodaeum und zwischen den Antennen gelagert, eine mediane Zellmasse *PE*, die hinten in ein Paar ganz kurzer stumpfer Lappen ausgeht. Dies ist nun eben, wie u. A. die Längsschnitte in Fig. 111, 112 und 113, *PE*, *OE* lehren (in meiner Keimblätterarbeit werde ich noch andere mittheilen), die vordere Drüsenblattanlage oder das Proënteroderm, das in diesem Stadium noch ausschliesslich auf den Vorderkopf beschränkt ist.

Wie die Vergleichung unseres Keimstreifs mit dem von Tichomirof in seinem Holzschnitte Fig. 26 dargestellten gleichalterigen Protosoma zeigt, hat auch er bereits diesen zweilappigen Stomodaeum-Anhang beobachtet. Er hielt ihn aber für die Anlage einer Art zweiter Unterlippe (Labium in der Fig. daher *Lbm*) und knüpft daran — weiter darauf einzugehen ist unter den besagten Umständen wohl überflüssig — Erörterungen über die Frage, ob nicht etwa diesem von ihm entdeckten neuen Paar Anhänge auch ein besonderes Kopfsegment und Ganglienpaar entspreche.

Dagegen konnte ich auf dem vorliegenden Präparat hinten, im Zusammenhang mit dem noch wenig entwickelten Proctodaeum, noch keine Drüsenblattanlage erkennen.

Überaus lehrreich ist dann ferner der etwas ältere Seidenspinner-Keimstreif in Fig. 108. Hier sind zunächst die erwähnten Seitenlappen des Proënteroderms *PE* etwas länger und zugleich schmäler geworden und erscheint nun ausserdem die mediane oder basale Verbindungsbrücke beträchtlich dünner; lauter Beweise dafür, dass die Verlängerung der beiden Lappen oder Streifenanlagen zunächst hauptsächlich auf eine Verschiebung des Zellenmateriales der primären Anlage hinausläuft. Letztere ist ferner, wie ich oben zu erwähnen vergass, in diesem Stadium durch einen beträchtlichen Zwischenraum vom untern Blatt, das heisst, genauer gesprochen, von der inneren Schichte der Leibeswand getrennt, so dass sie also von dorther wohl kein Material zu ihrem Wachsthume beziehen kann.

Im vorliegenden Stadium sieht man aber auch sehr deutlich die hintere Drüsenblattanlage *OE*. Im optischen Horizontalschnitt erscheint sie in Form eines Paares von kurzen Läppchen, welche in der Region des 10. Abdominalsegmentes von der ectodermalen Endkuppe des kurzen glockenförmigen Proctodaemus ausgehen und sich lateralwärts an das Mesoderm anlegen.

Ausser beim Seidenspinner fand ich die beschriebenen polaren Drüsenblattanlagen auch bei *Pieris* (vergl. Fig. 102) und dann bei *Gastropacha*. Am Keimstreif Fig. 103 des letzteren sind die Anlagen des Pro- und Opistho-Enteroderms, *PE*, *OE*, im Wesentlichen denen von *B. mori* in Fig 108 gleich. An älteren Keimstreifen, die ich vorläufig nicht zur Darstellung bringe, kann man dann sehr schön das allmälige Gegeneinanderwachsen der Vorder- und Hinterstreifen beobachten. Da sind die Verhältnisse im Wesentlichen ganz so wie bei den Musciden, das heisst die Verlängerung geht, ohne jede Mitbetheiligung der inneren Leibeswandschichte, lediglich von den Anlagen selbst aus. Am Keimstreif Fig. 104 hat man die Ansicht des linksseitigen bereits fertigen Drüsenblattstreifens im optischen Durchschnitte und lehren Diagramme (sie stammen noch aus dem Jahre 1877), dass diese Streifen, wie übrigens schon Tichomirof für *B. mori* und Hertwig (39) gezeigt haben, im Vergleiche zu denen vieler anderer Insecten, anfangs verhältnissmässig sehr schmal und dick sind.

Die Bipolarität der Drüsenblattanlage konnte ich ferner sehr schön bei *Hyfoloma* beobachten. Im Stadium Fig. 133, wo noch keine After, wohl aber ein kurzes Stomodaeum entwickelt ist, sieht man hinter dem letzteren eine hinten ausgehöhlte Zellenmasse *PE*, die ohne Zweifel die vordere Drüsenblattanlage vorstellt. Im

nächsten Stadium Fig 134, reichen die Seitenstreifen der Vorderanlage *PE* bereit bis zum zweiten Brustsegment.

Sehr schöne aber in extenso erst in meiner Keimblätterarbeit zu besprechende Präparate der bipolaren Drüsenblattanlage habe ich ferner in letzter Zeit von *Mantis* erhalten. Eine gute Übersicht der vorderen Anlage gibt der Sagittalschnitt in Fig. 145 *PE*. Sie bildet ein dem Stomodaeum hinten anhängendes Klümpchen eigenartiger Zellen. Am Querschnitt sieht man das Gebilde in Fig. 146 *PE*. Hier hängt es unmittelbar mit dem Stomodaeum zusammen, während es auf andern (weiter nach hinten folgenden) Schnitten als scheinbar selbstständige Zellenanhäufung sich darstellt.

Die früher erwähnten Beobachtungen bei *Hylotoma* stimmen ziemlich gut mit denen überein, welche Carrière bei der Mauerbiene gemacht hat. Es heisst hierüber S. 70: „Jeder Entodermkeim theilt sich in zwei seitliche Hälften, welche auseinanderrückend nur am vordern, beziehungsweise hintern Dotterpole verbunden bleiben (Hufeisenform). Die so entstandenen seitlichen Entodermplatten schieben sich unter beständiger Abnahme ihrer Dicke von vorne nach hinten, beziehungsweise von hinten nach vorne, bis sie am dritten Brustsegment zusammentreffen. Diese ganze Bewegung geht ausserhalb des derzeitigen Keimstreifens vor sich." Auch bemerkt Carrière noch, dass die betreffenden Zellen „von Anfang bis zu Ende der Entwicklung" von denen der Mittelplatte und ihrer Abkömmlinge durch Grösse und Aussehen unterschieden sind.

Bei Berücksichtigung aller dieser fremden und eigenen Beobachtungen ist es nun wohl nicht sehr wahrscheinlich, dass die lateralen Drüsenblattstreifen bei *Hydrophilus* nach Heider's zum Theile allerdings nur vermuthungsweise hingestellten Anschauungen wenigstens zum Theile aus der innern Leibeswandschichte, d. i. der paraleithalen Schichte hervorgehen sollen. Ich muss nämlich gleich bemerken, dass sich nach meinen eigenen Beobachtungen bei *Hydrophilus* — und ähnlich ist es bei *Melontha* — das Wachsthum der gegeneinander rückenden Drüsenblattstreifen an Längsschnitten genau ebenso als eine einfache Verlängerung der polaren Keime darstellt, wie bei *Musca*, *Pieris* etc.

Es scheint mir daher, mögen wir vorläufig vom Ursprunge der beiden polaren Drüsenblattkeime denken wie wir wollen, doch das Eine bereits sicher gestellt zu sein, das bei den meisten Insecten der ganze zwischen dem Stomo- und Proctodaeum, beziehungsweise zwischen dem Pro- und Opistho-Enteroderm befindliche Theil des untern Blattes bei der Drüsenblatt- oder Enterodermbildung völlig unbetheiligt und daher als Mesoderm aufzufassen ist.

Das Flächenbild des Ptychoblasts, beziehungsweise des Keimstreifs würde sonach nicht mit dem von Rabl (in unserem Holzschnitte Fig. 11, S. 32[652]) entworfenen Schema übereinstimmen, sondern vielmehr das in unserem Xylogramm Fig. 12 zum Ausdrucke gebrachte Verhalten zeigen. Dabei nehmen wir vorläufig an, dass der vordere *v—en* und der hintere Drüsenblattkeim *h—en* aus dem Ptychoblast und nicht aus dem Ectoderm des Stomo- und Proctodaeums *St* und *Pr* hervorgeht.

Indem ich hier zunächst von gewissen mir noch immer nicht ganz klaren Verhältnissen bei *Stenobothrus* absehe, wo ausser den polaren Drüsenblattkeimen im Hinterleibe noch segmentale Faserblattanlagen[1] vorkommen, kann ich doch nicht umhin, unter Hinweis auf den abdominalen Querschnitt in Fig. 50, Taf. IV, darauf aufmerksam zu machen, dass auch dieses wirkliche Diagramm mit dem Rabl'schen Querschnittschema in seinem Holzschnitt 8 *E* nicht in Übereinstimmung zu bringen ist.

Zum Schlusse sei noch auf die von mir entdeckten und seinerzeit (25) näher beschriebenen höchst eigenthümlichen Zustände der gastralen Faltung bei den Musciden aufmerksam gemacht.

Nachdem bereits Bütschli (7) angegeben und zum Theile auch an Abbildungen gezeigt hatte, dass bei den Musciden beiderseits der eigentlichen oder medianen Gastralfalte noch eine besondere von mir als gastrale Lateralfalte bezeichnete und erstere in ihrer ganzen Länge begleitende Furche vorkommt, die vielleicht der von Bütschli entdeckten Seitenfalte der Biene homolog sind, habe ich an einer completen Querschnitt-

[1] In Fig. 128 meiner Muscidenarbeit (25) ist *dd* das Darmfaserblatt und *df* die mesodermatische Anlage des Ovariums; *g* ist die Anlage der Oenocyten.

serie den Nachweis geliefert, dass die beiden gastralen Seitenfalten an zwei relativ eng umgrenzten Stellen, nämlich in der Gegend, wo später das Stomo- und Proctodaeum auftritt, eine mächtige Entwicklung erfährt, so zwar, dass sich die beiden Seitenfalten in der Mitte über der Medianfalte vereinigen und so local ein zweites unteres Blatt bilden, von dem es nicht unmöglich ist, dass es zur vorderen und hinteren Drüsenblattanlage wird. Wäre letzteres nun wirklich der Fall, so erhielten wir für die Museiden das in Xylogramm 13, S. 32[652] dargestellte Schema, nach welchem also, im geraden Gegensatze zur Anschauung Rabl's, das Enteroderm aus den Seitenstreifen und das gesammte Mesoderm aus dem Mittelstreifen hervorginge.

V. Capitel.

Vorkommen, Form und Gliederung der Gastralfalte; innere oder Ptychoblast-Segmentirung.

Bütschli (7, S. 527) hat das Verdienst, die Bildung des unteren Blattes durch Faltung des einschichtigen Protosoma-Epithels bei den Insecten (Biene) zuerst entdeckt zu haben.

Kurz darauf hat dann bekanntlich Kowalewsky (43) die Richtigkeit der Bütschli'schen Deutung des ptychoblastischen Flächenbildes hauptsächlich bei *Hydrophilus*, dann aber auch bei der Biene und bei mehreren Schmetterlingen zuerst an Schnitten nachgewiesen und weiterhin noch eine ähnliche Rinnenbildung u. A. bei *Musca domestica* und *Caesar*, bei *Litta vesicatoria*, dann bei *Donacia* und einem anderen Wasserkäfer, endlich noch bei *Rhynchites betuleti* und bei den Phryganiden beobachtet.

In der Folge wurde dann von mir (18 und 19), und zwar gleichfalls an Schnitten, der gleiche Bildungsmodus bei einigen anderen Schmetterlingen (*Gasteropacha*, *Sphinx tiliae*, ferner bei *Lina* und *Melolontha*, dann bei *Musca*, sowie bei *Pyrrhocoris* festgestellt und ausdrücklich mit dem gastralaren Vorgang anderer Thiere verglichen.

Daran reihen sich dann ähnliche Beobachtungen von Patten bei den Phryganiden (auf Grund von Schnitten), weiters die von Grassi bezüglich der Biene, die von Ayers bei *Oecanthus* und *Teleas* (Pl. 23, Fig. 26—30), jene von Tichomirof beim Seidenspinner und von Bruce bei *Thyridopteryx*, *Meloe* („median blastopore") und *Mantis* („ingrouth"), ferner jene von Cholodkowsky bei *Blatta*, von Nusbaum bei *Meloe* und zum Schluss noch jene von Will bei den viviparen Aphiden und von Carrière bei der Mauerbiene.

In Zweifel gezogen wurde bisher das Vorkommen einer gastralen Invagination blos von Korotnef; „bei den Insecten — sagt er S. 574 — ist sonst die Bildung einer Gastrula nicht vorhanden, bei *Gryllotalpa* kommt nur eine diffuse Gastrula vor", sowie von Witlaczil; es ist aber klar, dass Angesichts der vorhin aufgezählten Angaben, zu denen noch die neuen von mir mitzutheilenden Thatsachen kommen, der Widerspruch der letztgenannten Forscher sehr an Bedeutung verliert.

Ist aber auch die weite, ja man darf vielleicht sagen die allgemeine Verbreitung des Vorkommens der Gastralfalte bei den Insecten hinlänglich constantirt, so wissen wir doch zunächst noch relativ sehr wenig über ihre Gestaltungs- und insbesondere über ihre Gliederungsverhältnisse, wobei ich zunächst die am lebenden oder an dem in toto präparirten Keimstreif sich darstellenden Flächenbilder im Auge habe. Ich will hier zunächst, bevor ich auf die Mittheilung meiner eigenen Untersuchungen eingehe, die wichtigsten der bisher vorliegenden und zum Theil noch gar nie gewürdigten Daten dieser Art, soweit sie nicht später gelegentlich zur Sprache gebracht werden, in aller Kürze und mit Hervorhebung der mir besonders wesentlich erscheinenden Punkte zusammenfassen.

Nach Bütschli (vergl. dessen Figur 9*a* -10*b*) ist das von den anfänglich sehr seichten Lateralfältchen („Bauchfalten") begrenzte Gastralfeld — die sogenannte Mittelplatte Heider's, für welche ich gelegentlich auch den Namen Ptychoblastfeld gebrauche — anfänglich sehr breit; es verengert sich aber rasch, indem die Seitenfalten oder wenigstens deren obere (ectodermale) Lagen gegeneinander wachsen. Diese Überwucherung des Ptychoblastfeldes — gemeiniglich Verschluss des Blastoporus genannt — erfolgt bei der Biene von vorne nach hinten; wie man jedoch aus den den gleichen Gegenstand betreffenden Abbildungen

Kowalevsky's (dessen Fig. 3—6) und Grassi's (dessen Taf. I, Fig. 8—18), ersieht, nicht gleichförmig sondern so, dass der Rand der Verschlusslippen vor ihrer völligen Vereinigung unregelmässig gekrümmt erscheint. Nach Grassi bleibt ferner vorne — vielleicht im directen Zusammenhang mit der vorderen Drüsenblattanlage — längere Zeit ein kleiner Theil des Feldes offen (dessen Fig. 16).

Im Gegensatz zu Carrière, der bezüglich der Mittelplatte von *Chalicodoma*, welche im uneingestülpten Zustand zum Unterblatt wird, angibt, dass sie schon vor der Überwachsung mehrschichtig ist, ergibt sich aus Grassi's Schnitten (seine Taf. X, Fig. 4), dass sie bei der Biene längere Zeit einschichtig bleibt.

Von ganz besonderem Interesse scheint mir noch bezüglich der Ptychoblastplatte von *Apis* Bütschli's Nachweis, dass sie schon in einem sehr frühen nämlich schon im halb- oder noch ganz offenen Zustand einer sehr deutlichen aber durchaus mikrosomitischen Gliederung unterliegt, die freilich, was aber durchaus nicht gegen die Richtigkeit der Bütschli'schen Angaben spricht, Kowalevsky und Grassi völlig entgangen zu sein scheint. Ich erlaube mir die betreffende wichtige Stelle von Bütschli's Arbeit hier deshalb vollinhaltlich anzuführen, weil sie unter Zugrundelegung einer sehr instructiven Zeichnung (seine Fig. 10*c*) auch eine nähere Angabe über die den Gliederungsact einleitende histologische Differenzirung des Epithels der Ptychoblastplatte enthält, die in mancher Hinsicht den weit späteren Mittheilungen Reichenbach's (70) und Cholodkowsky's (11) über die inselartigen Bauchplattenanlagen entspricht. „Gegenüber früheren Stadien — heisst es S. 530—531 — zeigte der Keimstreif jetzt nicht mehr den regelmässig zelligen Bau, sondern Querbänder, in welchen die Zellen dichter zusammen gedrängt sind (Fig. 10*c*, *h*), abwechselnd mit solchen, in welchen sie langgestreckt und mit ihrer Längsrichtung in die Quere gestellt sind (Fig. 10*c*, *g*). Bei näherer Untersuchung bemerkt man, dass diese Beschaffenheit der Fläche auch mit einer sich im optischen Durchschnitt zeigenden Bildung harmonirt; derselbe zeigt nämlich (Fig. 10*b*) abwechselnd Anschwellungen und Verdünnungen, sowohl wo er einschichtig, als da wo er zweischichtig ist und häufig zeigt sich zwischen zwei derartigen Anschwellungen in der Einziehung eine dunkle Querlinie, die eine Spaltung durch den ganzen Keimstreif hindurch anzudeuten scheint. Die oben beschriebenen Bänder mit zusammengedrängten Zellen bilden die Höhe der Segmente, die etwas grösseren, mehr langgestreckten Zellen liegen in der Grenzregion der benachbarten Segmente; durch Hebung und Senkung des Tubus habe ich mich auch häufig überzeugt, dass die ersteren Bänder höher liegen . . . . dass also auch auf der Aussenfläche des Keimstreifs die Segmentation durch schwache wellige Zeichnung angedeutet sein muss."

Im Gegensatz zu *Apis* soll dann nach Kowalevsky bei den meisten andern von ihm beobachteten Insecten (die Schmetterlinge ausgenommen) die Bildung und Schliessung der Rinne von hinten ausgehen. Ebenso verhielte es sich nach Nusbaum bei *Meloe*. Hier entsteht die „Bauchrinne gleichzeitig mit der Anlage des Amnions schon am 3. Tag. Am 4. Tag ist die Rinne hinten schon ganz geschlossen. „In der hinteren und mittleren Gegend läuft dann die Rinne in ein Rohr mit sehr engem Lumen aus. In der Vordergegend bildet sich aus der Wandung der hier etwas seichteren Rinne eine solide Zelleneinstülpung gegen den Dotter, entsprechend der Gastrula-Einstülpung."

Nach Patten (S. 24, 25) zeigt sich bei den Phryganiden eine Längseinstülpung während der Bildung der Embryonalfalten. Sie beginnt von hinten und reicht bis an die Mundgegend. Die Schliessung des Gastrulamundes schreitet von hinten nach vorne fort; der Ptychoblast wäre aber, was mir nicht klar erscheint, niemals ein geschlossenes Rohr: „In no case do the infolded cells form a closed tube."

Ein sehr eingehendes Studium hat dann vor Allem, im Anschluss an Kowalevsky, C. Heider der Ptychoblastbildung bei *Hydrophilus* gewidmet. Man unterscheidet hier zwei längere Zeit gesonderte Anlagen. Die vordere Ptychoblastanlage (seine Fig. 1*b* 2) erinnert an diejenige, welche Grassi in seiner Fig. 14 bei der Biene darstellt. Sie ist eine etwas verdickte Platte, etwa von der halben Breite des Eies, welche in die Region der früher besprochenen ersten Mikrosomiten fällt und ganz wie bei der Biene seitlich von einer schmalen Furche begrenzt wird. Innerhalb dieses offenen Ptychoblastfeldes sieht man ferner schon von allem Anfang

die gleiche mikrosomitische Gliederung wie ausserhalb des Feldes, und zwar zum Theile später noch viel deutlicher als in der Umgebung (seine Fig. 2). In dem Masse als die lateralen Falten, durch welche die Seitenfurchen gebildet werden, gegen die Mittellinie hin wachsen, wird natürlich das offene Ptychoblastfeld schmäler. Erst wenn die vordere Ptychoblastanlage unter gleichzeitiger Verschmälerung des offenen Feldes schon ziemlich in die Länge gewachsen ist, tritt im Zusammenhang mit dem sogenannten Keimhügel des hinteren Eipoles, wo sich die Schwanzfalte des „Amnions" erhebt, die hintere Ptychoblastanlage auf, die sich aber sehr rasch mit der vorderen zu einer nun gemeinsamen weitmündigen und anfangs noch seichten Rinne vereinigt.

Es kommt dann bald zu einem Verschluss der Rinne; offen bleibt diese zunächst nur am Vorderende, wodurch — (in der Region des Mundes) — das sogenannte rautenförmige Feld entsteht. Besonders bemerkenswerth ist hiebei noch, dass auch an den Grenzen der Segmente, also intersegmental längs der Nahtlinie des geschlossenen Ptychoblastes einige Zeit noch kleine rautenförmige Lücken zurückbleiben.

Aus den von Heider abgebildeten Längs- und Querschnitten, von denen die meisten der ersteren allerdings mehr Schemata sind, ergibt sich dann noch die wichtige Thatsache, dass das Ptychoblastrohr oder die eingesenkte longitudinale Gastralfalte gegliedert ist, das heisst, dass „das Lumen des Rohres entsprechend der Mitte jedes Segments erweitert und entsprechend der Segmentgrenze verengert" ist.

Ich gehe nun auf die eigenen Untersuchungen, und zwar zunächst zu jenen bei *Lina* über.

Was ich vorerst mit Hilfe des Compressoriums und bei durchfallendem Licht am lebenden Ei beobachten konnte, ist Folgendes. Das jüngste Ptychoblaststadium, das ich (an einem $1^1/_2$ Tage alten Ei) zur Ansicht bekam, zeigt Fig. 2, Taf. I. Man sieht ein Paar ziemlich lange leistenartige Seitenfalten, die nach hinten convergiren. Diese schliessen ein ziemlich schmales Mittelfeld ein, dessen Dicke anfangs kaum von jener der übrigen noch nicht scharf umgrenzten Bauchplatte abweicht. Dieser Zustand ging vor meinen Augen binnen circa 10 Minuten in den der Fig. 3 über. Hier haben sich die Seiten- oder Randfalten der länglichen Ptychoblastanlage schon fast bis zur Berührung genähert. Sie zeigen etliche ganz unregelmässig vertheilte Einkerbungen die wohl nicht auf eine Segmentirung bezogen werden können, da eine solche auch noch in viel späteren Stadien nicht nachweisbar ist. Auch zeigen die rein präparirten Keimstreifen, dass eine solche Gliederung in diesem Stadium thatsächlich nicht vorkommt.

Eine zweite Reihe von Ansichten der Ptychoblastanlage bringt Fig. 4—6. Die Fig. 4 zeigt eine fast die ganze Länge der Bauchseite einnehmende und schon stark durch die darüber hin wachsende Seitenfalte eingeengte Mittelplatte, die vorne und hinten, wo sie etwas erweitert ist, ohne scharfe Grenze mit der Umgebung zusammenfliesst.

Dies Bild nahm nun nach ungefähr 10 Minuten nach und nach die Form Fig. 5 an. Während nämlich die Blastoporuslippen sich hinten allmälig ganz schlossen, traten sie vorne etwas auseinander. Leider musste ich die continuirliche Beobachtung unterbrechen und konnte erst nach ungefähr einer Stunde sie wieder aufnehmen. Da zeigte der Ptychoblast die Form Fig 6. Der grösste Theil des Rohres war da bereits ganz geschlossen. Eine weite Öffnung zeigte sich nur vorne, die ich, weil hier später der Mund entsteht, als Mundfeld (*mf*) bezeichne. Sie ist hier nicht rautenförmig, wie bei *Hydrophilus*, sondern, wie dies auch Melnikof bei *Donacia* sehr schön darstellte, anfangs kreisrund (Fig 7), und wird später, wenn die cephale Hüllfalte allmälig darüber hinwächst, halbmondförmig. Unmittelbar hinter ihr sind die Faltenlippen oder Keimwülste auffallend stark verdickt.

Endlich zeigt noch Fig. 7—9 eine dritte Reihe, deren Endglieder 20 Minuten von einander abstehen. Man beachte hier die lange klaffende Lücke *l* in der Mitte der Naht, deren Verschwinden ich continuirlich beobachtete. Diese Reihe macht es besonders klar, dass um diese Zeit noch keine Segmentirung, weder eine äussere noch eine innere vorkommt; der Gliederungsprocess ist also im Vergleich zu *Hydrophilus* und zur Biene sehr verspätet.

In der Mitte des Mundfeldes unterschied ich eine kleine kreisrunde Stelle, welche hinten einen sich immer mehr verdickenden Randwulst zeigt.

Ich deute letzteren provisorisch als vordere Drüsenblattanlage. Vielleicht ist diese Bildung wenigstens zum Theile identisch mit dem sogenannten „zungenförmigen Zapfen", den Melnikof bei *Donacia* (vergl. seine Fig. 8) erwähnt.

Wir mustern nun die isolirten Keimstreifen. Das Flächenbild des schon ganz eingestülpten aber noch nicht abgeschnürten Ptychoblasts in Fig. 24 zeigt uns beiderseits des als heller Streifen sich darstellenden Rohrlumens eine dicke (stark gefärbte) Leiste, welche, wie Querschnitte zeigen, vornehmlich als optischer Ausdruck der oberen und der Seitenwand des Rohres anzusehen ist. Dabei ist von einer Gliederung noch nicht einmal eine Spur zu sehen. Vorne, hinter dem Mundfeld, biegen diese (scheinbaren) Randleisten fast rechtwinkelig nach aussen um und gehen, dünner werdend, in die seitliche Begrenzung des Mundfeldes über. Auch am Keimstreif Fig. 25, wo bereits die äussere Trimerie hervortritt, fehlt noch die innere Segmentirung ganz. Es sind aber die Wände des Rohres viel dicker geworden und zwar theils auf Kosten des Lumens, das sehr eng ist, theils auch durch Ausbreitung seiner Zellen gegen den Seitenrand des Keimstreifs. Am Vorderende des Ptychoblasts ist eine lichte, beziehungsweise zellenarme Stelle *mu*, die sich als erste Mundanlage erweist. Rings um sie ist eine rahmenartige Lage von Ptychoblastzellen, die sich auch in Form je eines undeutlich umgrenzten Flügels auf die Kopflappen ausdehnt. Vielleicht könnte man diesen vordersten Ptychoblasttheil als peristomiale Partie bezeichnen.

Am Keimstreif Fig. 26 begegnen wir zum ersten Male der innneren Segmentirung. Sie ist im Gegensatz zur Ectodermgliederung eine durchaus mikrosomitische, und zwar schreitet sie hier, wie dies bekanntlich, aber mit Unrecht, für die Arthropoden gelegentlich sogar als ganz allgemeine Regel hingestellt wurde, von vorne nach hinten fort. Am Flächenbild zeigt sich diese Gliederung in der Weise, dass der äussere Rand des Ptychoblasts mehr oder weniger tiefe und ziemlich äquidistante Einkerbungen aufweist. Der Ptychoblast hat also abwechselnd erweiterte und zusammengezogene Stellen. In unserm Stadium sind ausser dem procephalen Abschnitt erst die drei gnathalen Ptychoblastsegmente abgegliedert.

Noch weiter, nämlich bis zum Anfang des Hinterleibes ($a'_1\ a'_2$) ist die innere Gliederung am Keimstreif Fig. 27 fortgeschritten. Hiebei beachte man u. A., dass hier die thoracalen Entomikrosomiten ($th_1 \ldots th'_3$) schon zur Zeit ihres ersten Auftretens merklich grösser als die ihnen vorangehenden gnathalen und als die ihnen folgenden abdominalen Abschnitte sind. Höchst lehrreich ist der Längsschnitt Fig. 32. Während das obere Blatt *ec* in seiner ganzen Ausdehnung völlig glatt, das ist ohne Gliederung ist, zeigt das im ganzen mehrschichtige untere Blatt gegen den Dotter hin einen starken welligen oder eingekerbten Rand, wobei man sich leicht überzeugen kann, dass die Ausbauchungen den Segmenten entsprechen. Fast dasselbe Längsschnittbild des gegliederten Ptychoblasts habe ich seinerzeit bei den Musciden abgebildet (vergl. 25, Fig. 23, Taf. III), wo aber auch schon die Ectodermplatte segmentirt ist. Speciell an den drei inneren Thoracalsegmenten sieht man dann eine halbmondförmige Höhlung, welche, wie sich aus den Querschnitten ergibt, dem Lumen des Rohres entspricht. Hiebei zeigt die innere Wand, also der Boden des Rohres (*Pt'*) noch deutlich den Charakter des primären Keimstreifepithels und entspricht also vollkommen der sogenannten Mittelplatte. Die äussere, beziehungsweise die seitliche Wand des Rohres (*Pt*) aber erscheint bereits mehrschichtig und ergibt sich auch aus den Querschnitten, dass die Zellwucherung des Ptychoblasts sich vornehmlich auf die Seitentheile erstreckt. Intersegmental ist das anfänglich überall gleichweite Ptychoblastlumen im Allgemeinen enger und fehlt auf unserem Längsschnitt gänzlich. Das Gleiche gilt von den vordersten Segmenten, wo die Höhlung bereits ganz verschwunden ist.

Ganz eigenthümlich sind sowohl hier als an meinen Längsschnitten von *Hydrophilus* die C. Heider, wie es scheint, entgangenen Bilder des noch nicht segmentirten Abdominalabschnittes, indem man (vergl. u. A. die Stelle *a'* des vorliegenden Schnittes), stellenweise tief einspringende Faltungen wahrnimmt. Bemerkt sei noch, dass die betreffenden Querschnitte eine ähnliche segmentale Anschwellung und intersegmentale Verdünnung des Ptychoblasts erkennen lassen, wie sie bereits C. Heider für *Hydrophilus* in seinen Schnitten Fig. 72—74 zum ersten Male zur Ansicht gebracht hat.

Eine sehr bedeutende Umwandlung gegenüber dem eben geschilderten Verhalten weist der Ptychoblast im Stadium Fig. 28 auf. Die gnathalen und die thoracalen Segmente, welche früher im Vergleich zum ganzen Keimstreif sehr schmal waren, bilden nun sehr breite flach ausgebreitete Platten oder richtiger Plattenpaare, denn die Ptychoblastlage hat bald nach dem Stadium Fig. 27 eine Trennung in zwei laterale Stränge erfahren. Hiezu muss aber noch bemerkt werden, dass ich speciell bei *Lina* — hinsichtlich mancher anderer Insecten bin ich hierüber ganz in's Klare gekommen — bisher noch nicht mit voller Sicherheit entscheiden konn, ob die völlige Trennung der paarigen Entosomiten zuerst in der medianen Längslinie oder in den intersegmentalen Querzonen erfolgt. Am Stadium Fig. 29, das ich noch genauer hierauf prüfte, ist nämlich diese Zertheilung in zwei symmetrische Längsreihen oder Ketten von Entomikrosomiten bereits vollzogen und nehmen letztere, wie man besonders am Abdominaltheil erkennt, mit Ausnahme der Medianzone, wo bereits die paarige Anlage des Bauchmarks (*bm*) sehr deutlich hervortritt, die ganze Fläche der Ectosomiten ein.

Fassen wir zum Schluss die Hauptstadien der Ptychoblastbildung bei *Lina* kurz zusammen, so ergibt sich — und ähnlich verhält es sich bei manchen anderen, ja vielleicht bei den meisten Insecten — Folgendes: Die erste Anlage des unteren Blattes ist eine entschieden paarige, bestehend aus den sogenannten Seitenfalten. Diese geht mit der Vereinigung der letzteren über in eine unpaarige Bildung, das Stadium des Rohres. Daraus entwickelt sich dann, nach dem Verschwinden des Rohrlumens und nach der medianen Trennung der mehrschichtigen soliden Anlage, der secundäre paarige Ptychoblast.

Ausserdem ist noch, was bisher nie geschah, auf Grund der Auseinandersetzungen im letzten Capitel die Bedeutung der einzelnen Ptychoblastmetameren hinsichtlich der drei Hauptkeimblätter genauer zu präcisiren. Es lässt sich dies ganz kurz unter der Voraussetzung, dass das Enteroderm wirklich eine Ptychoblastbildung ist, folgendermassen ausdrücken: Die Ptychoblastmetameren sind bei *Lina* alle mit Ausnahme der zwei polaren oder Endsegmente, das ist des procephalen und analen Abschnittes rein mesodermatische Bildungen, beziehungsweise Anlagen, während die genannten zwei Segmente gemischter Natur sind, das heisst ausser dem auch ihnen zukommenden und sogar sehr stark entwickelten Mesodermantheil zugleich die Enterodermanlage enthalten.

Bezüglich eines anderen Käfers, nämlich der *Melolontha*, muss ich mich vorläufig, da ich die einschlägigen Schnitte erst in der nächsten Arbeit bringen werde, auf eine kurze Bemerkung beschränken. Sie betrifft das in einer früheren Arbeit (21, Fig. 1) abgebildete Präparat eines ganz isolirten Ptychoblaststückes. Die mikrosomitischen Abschnttei sind hier von einander völlig separirt. Obwohl aber ihre Diffenzirung schon weit fortgeschritten ist, so sind sie doch noch nicht ganz in zwei Querhälften getheilt, sondern man sieht noch als Verbindung der verdickten und ausgehöhlten Seitentheile eine allerdings sehr dünne Mittelplatte, von der ich vorläufig nicht sagen kann, wie lange sie noch als continuirliches Gebilde fortbesteht. Vielleicht findet bei gewissen Insecten überhaupt keine totale Halbirung der Mesodermsegmente statt. Wenigstens ist am *Melolontha*-Querschnitt in Fig. 63 über der schon stark entwickelten Bauchmarksanlage (*ml*) zwischen den dicken Lateraltheilen der Mesodermplatten (*om*) eine freilich ganz dünne, zum Theile nur aus einer Zellreihe bestehende Verbindung (*mn*) vorhanden, und ist es nicht unwahrscheinlich, dass ein solches persistirendes Medianconnectiv eine weitere Verbreitung besitzt, als man bisher zum Theile auf Grund ziemlich flüchtiger Beobachtungen angenommen hat.

In diesem Sinne könnten u. A. auch manche von C. Heider gegebene Querschnittsbilder, z. B. seine Fig. 133, Taf. XI, gedeutet werden, wobei allerdings erst zu untersuchen wäre, ob die mediane Verbindung der mesodermalen Seitenplatten nicht etwa eine secundäre Erscheinung, also eine Wiederverknüpfung ursprünglich ganz getrennt gewesener Theile darstellt.

Wir wenden uns nun zur Ptychoblastbildung und -Gliederung von *Stenobothrus*.

Der jüngste isolirte Keimstreif in Fig. 74 zeigt uns einen bereits abgeschnürten und relativ schmalen Ptychoblaststrang, der vorne etwas angeschwollen ist und hier noch ein kleines Lumen aufweist. Da ich bisher

trotz aller Anstrengung kein früheres Stadium erlangen konnte, so bleibt es vorläufig zweifelhaft, ob diesem unpaaren Ptychoblastzustand wie bei vielen andern Insecten ein paariger Zustand vorhergeht. Ich möchte aber vermuthen, dass der *Stenobothrus*-Ptychoblast aus einer sehr rasch wieder verschwindenden Medianfalte sich bildet.

Im Gegensatz zum Verhalten bei *Lina* und *Hydrophilus*, wo, nach dem Verschwinden des Lumens, sehr bald die longitudinale Halbirung auftritt, erhält sich hier der Ptychoblaststrang auffallend lange als völlig continuirliche Bildung oder als Medianstrang. So sehen wir ihn in den nächstfolgenden drei Stadien, Fig. 75, 76 und 77. Dabei erscheint er in Fig. 75 in seiner ganzen Länge ziemlich von gleichem Kaliber, und zwar hat er im Querschnitt (vergl. Fig. 49 *Pt*) ungefähr die Figur einer halben Kreisfläche, deren gerade Seite dem Dotter zugewendet ist. Im Ganzen gleicht er also einer Längshälfte eines schmalen Cylinders. In Fig. 76 bemerkt man vorne im Protocephalcum eine Anschwellung, die sich am Keimstreif Fig. 77 noch weiter ausgebreitet hat.

Eine reiche Gliederung — freilich zunächst nur in der Quere — zeigt uns aber schon das nächste Stadium Fig 78, welches nicht viel älter als das zuletzt betrachtete ungegliederte sein kann. Der Ptychoblast ist vollständig in vier grössere Querabschnitte zertheilt, die sich zum Theil sofort, zum Theil bei näherer Vergleichung mit den höher differenzirten späteren Zuständen als Makrosomiten erweisen. Das erste Makrosomit enthält den procephalen (*PC'*) und den prognathalen (g'_1) Abschnitt, das zweite den meso- und metagnathalen ($g'_2 g'_3$), sowie den prothoracalen Theil (th'_1), das dritte den meso- und metathoracalen ($th'_2 th'_3$) und das vierte den ganzen abdominalen Abschnitt .1. Es sei hier erwähnt, dass ich seinerzeit, wo ich dieses Stadium noch nicht kannte, das ganze zweite Makrosomit, das in der Regel die in Fig. 79 dargestellte Form hat, als prothoracales Mikrosomit aufgefasst hatte.

Was nun die Ursache dieser Zerstückelung des Ptychoblasts betrifft, so könnte man zunächst im Sinne jener Forscher, welche viele Formänderungen einfach durch Zug und Druck erklären wollen, an eine Zerreissung in Folge der Zusammenziehung einzelner Strecken des noch continuirlichen Ptychoblaststranges denken. Eine solche Zerreissung dürfte aber hier mit Rücksicht auf die Umrisse der Theilstücke nicht vorliegen. Die ganz eigenartige Form der Theilstücke setzt nämlich offenbar nicht eine blosse Zerstückelung, sondern eine complicirte Ummodelung des ganzen Gebildes voraus.

Fraglich bleibt es selbstverständlich, so lange die Mittelglieder zwischen der Phase Fig. 77 und 78 nicht aufgefunden sind, ob die drei Einschnitte zwischen den vier Makrosomiten alle gleichzeitig entstehen, oder aber nacheinander, und in welcher Reihenfolge, beziehungsweise also, ob die Makrosomiten unseres Stadiums alle primärer Art sind.

Auf alle Fälle aber wüsste ich keinen einzigen Umstand zur Unterstützung der von C. Heider S. 81 gegen meine Darstellung aufgestellten Vermuthung anzugeben, dass vielleicht doch das dritte, das ist das meso-metathoracale Makrosomit vom letzten oder abdominalen Makrosomit aus producirt werde. Denn, wenn auch Heider sagt, „die productive Kraft des hinteren Abschnittes des Keimstreifs pflegt in diesen Stadien eine bedeutende zu sein", so fehlt der Nachweis, dass der Abdominalabschnitt überhaupt und speciell bei *Stenobothrus* eine grössere productive Kraft besitzt als die andern Abschnitte. Übrigens geht ja aus meiner ganzen Darstellung klar hervor, dass ich die Möglichkeit eines primären Einsseins dieser zwei Abschnitte, die ja im Stadium Fig. 77 noch wirklich eins sind, nicht im Entferntesten läugnen will.

Unter allen Umständen bleibt es eine Thatsache, dass bei *Stenobothrus* der Ptychoblast in einem gewissen frühen Stadium aus vier grösseren Abschnitten besteht, die weder den kleinen noch aber auch, zum Theil mit Ausnahme des Hinterleibes, den grossen Stammabschnitten des fertigen Insects entsprechen.

Neben der Quergliederung treten aber auch schon hier die ersten Andeutungen der bilateralen Differenzirung auf. Eine solche zeigt sich besonders am Hinterabschnitt des zweiten Makrosomits (th'_1), der — aber nicht an allen Präparaten gleich stark — zweilappig ist. Ausserdem bemerken wir aber auch am Hinterrande

des ersten, dritten und vierten Somites eine schwache, die spätere Trennung in der Mittellinie markirende Einbuchtung.

Besichtigen wir nun das Stadium Fig. 79. Der Hauptunterschied gegenüber der früheren Phase liegt darin, dass sich das dritte oder thoracale Makrosomit in seine zwei definitiven Mikrosomiten (th'_2, th_3') getrennt hat. Die von mir schon seinerzeit hervorgehobene Thatsache, dass die definitiven Segmente zuerst im Thoracalabschnitt und nicht vorne auftreten, wird somit auch durch meine neuen Präparate bestätigt. Im Übrigen ist insbesondere noch die stärkere Längenentwicklung des prognathalen Abschnittes g'_1 bemerkenswerth. Dagegen ist die hier sichtbare Verbindung des Abdominalmakrosomits mit dem Metathoracalsegment nur ausnahmsweise vorhanden und bleibt es für diesen Fall fraglich, ob es sich um eine abnormale unvollständige Trennung oder um eine gleichfalls regelwidrige Wiederverknüpfung handelt.

Im folgenden Stadium, Fig. 80, ist vor Allem die noch nicht bis zur völligen Zerstückelung fortgeschrittene Gliederung des zweiten Makrosomits in die drei definitiven Mikrosomiten (g'_2, g'_3, th'_1) beachtenswerth. Auch hat sich das prognathale Segment (g'_1) vom procephalen al' bis auf einen dünnen medianen Verbindungsstrang abgeschnürt. Weiters ist die von hinten ausgehende Trennung des metathoracalen Segmentes in zwei Hälften schon beträchtlich fortgeschritten und haben sich auch die Einbuchtungen am meso- und prothoracalen Abschnitt vergrössert.

Das weitere Stadium Fig. 81 zeigt uns zunächst die völlige Abtrennung des zweiten Gnathalsegmentes g'_2 vom zugehörigen Makrosomit, sowie eine Vertiefung des Einschnittes zwischen dem dritten Gnathal- und dem ersten Thoracalsegment. Ausserdem erscheint das Vorderende des abdominalen Abschnittes (a'_1) stark verbreitert und sondert sich so als erstes Abdominalmikrosomit von der gemeinsamen Anlage ab. Dabei darf man sich aber keineswegs im Sinne Heider's vorstellen, dass dieses erste Mikrosomit gewissermassen eine Wucherung des hinteren Abschnittes ist. Dies ergibt sich nämlich zur Evidenz aus dem Umstande, dass auf der ganzen Strecke, die sich im künftigen Stadium verbreitert zeigt, früher auf eine lebhafte Zellvermehrung hindeutende Kernfiguren auftreten. Solche Kerntheilungsbilder finden wir z. B. gerade an unserm Präparat (vergl. Fig. 82) hinter dem bereits verbreiterten ersten Abdominalsegment a'_1 und an der Stelle (a'_2), wo im nächsten Stadium, Fig. 83, Taf. VII, das zweite Abdominalsegment hervortritt. Wir treffen also hier, was C. Heider bei *Hydrophilus* entgangen zu sein scheint, ähnliche Zustände, wie sie u. A. Reichenbach in Fig. 10*b*, Taf. IV *b* (*kz*) am Schwanze des Flusskrebses darstellt. Um nicht missverstanden zu werden, sei aber gleich noch erwähnt, dass dieser „Knospungsgürtel" insoferne wesentlich von dem bei *Astacus* und bei manchen Anneliden vorkommenden abweicht, als er erstens allmälig nach hinten rückt und als es sich hiebei oft gar nicht um ein Längen-, sondern blos um ein Breitenwachsthum handelt.

Sonst bietet das zuletzt erwähnte Stadium Fig. 83 im Vergleich zum frühern noch folgende Unterschiede.

Für's Erste hat sich nun auch das Metagnathalsegment g'_3, beziehungsweise das Prothoracalsegment th_1 völlig frei gemacht.

Für's Zweite ist das Entometathoracalsegment — das Epitheton „inneres" Segment lasse ich sonst der Kürze wegen meist fort — bereits vollständig in zwei laterale Hälften getheilt, die hier, wie u. A. der Querschnitt Fig. 50 zeigt, durch eine zum Theil sehr breite Medianlücke von einander vollständig getrennt sind.

Wir kommen nun zum Stadium Fig. 84. Hier ist zunächst hinter dem Stomodeum *PE*, beziehungsweise im Prognathathalsegment g'_1, eine unpaarige Zellmasse zu erwähnen, die vielleicht als vorderer Drüsenblattkeim zu deuten ist. Dagegen ist auf der ganzen Strecke bis zum zweiten abdominalen Segment kein medianer Ptychoblasttheil mehr zu beobachten. Die beiden Seitenhälften der Ptychoblastmetameren sind vielmehr von der Mittellinie sehr weit entfernt und haben sich grösstentheils in die anfangs mehr lateral stehenden Stammanhänge, beziehungsweise Stammausbauchungen zurückgezogen. Um so auffallender erscheint aber das Verhalten des prognathalen Ptychoblastmetamers (g'_1), insoferne er, was ich in der nächsten Arbeit auch an Schnitten zeigen werde, völlig ungetheilt geblieben ist.

Im Abdominalabschnitt ist die Trennung in zwei Seitentheile bis zum dritten Segment a_3 fortgeschritten. Die Ptychoblastsegmente a_4 bis a_6 sind zwar untereinander schon vollständig separirt, die Längstheilung ist aber nur theilweise vollzogen, wobei die Tiefe des hinteren Einschnittes stufenweise nach hinten abnimmt. Von a_7 an dagegen ist auch die Quertheilung noch nicht angebahnt und zeigt somit dieser hinterste Ptychoblastabschnitt noch das primäre Verhalten der ersten Stadien. Die Gliederung des Endabschnittes nimmt überhaupt einen sehr langsamen Verlauf. Obwohl nämlich das nächstfolgende, hier abgebildete Stadium, Fig. 85, gegenüber dem eben besprochenen sehr weit, namentlich in der Entwicklung der Extremitätenanlagen (th_1, th_2), fortgeschritten ist, erscheinen doch die letzten zwei Ptychoblastsegmente (a_{10}, a_{11}) noch gar nicht von einander separirt. Auch ist an den zwei vorhergehenden Metameren (a_9, a_8) noch die Längstheilung ausständig. Ausserdem ist im prognathalen Ptychoblasttheil g'_1 jetzt zwar die Hauptmasse der Zellen seitwärts in die betreffenden Anhänge (die Mandibeln oder Vorderkiefer) gewandert, es besteht aber noch immer eine mediane Verbindung, die zum Proënteroderm gehört. Bei dieser Gelegenheit sei, was von meinen Vorgängern übersehen worden ist, kurz in Erinnerung gebracht, dass ich schon Ende der Siebziger Jahre (19) auf die frühe Trennung der beiden Mesoblaststränge bei einem andern von mir untersuchten Orthopteron, nämlich bei *Mantis* (vergl S. 427, Fig. 136 *mes*) hingewiesen habe.

Hier muss ich noch eine andere kleine Abschweifung machen. Nach Cholodkowsky zerfiele der Hinterleib bei *Blatta* auf einem gewissen Stadium (seine Fig. 8) einschliesslich der Schwanzlappen statt in elf bloss in fünf Mikrosomiten, und müssten dann also die noch fehlenden sechs nach und nach eingeschoben werden. Eine ähnliche Einschiebung neuer Metameren müsste ferner nach C. Heider auch bei *Hydrophilus* stattfinden, indem z. B. in den Heider'schen Fig. 3*a* bis 3*c* die Bauchplatte nicht in 18, sondern blos in 12—14 gleiche Segmente (die Zählung ist nach Heider selbst etwas unsicher) getheilt ist. Wo werden nun, fragt Heider S. 25 — die noch fehlenden Segmete angelegt? „Nach Allem, was ich gesehen habe, kann ich es als ziemlich sicher aussprechen, dass diese neuen Segmente vom hinteren Körperende, also in der Nähe des Punktes *a*,[1] neu hinzugebildet werden."

Eine derartige Interpolirung von Metameren kommt nun entschieden — und darum erwähnte ich jene Fälle — bei *Stenobothrus* nicht vor. Hier haben wir speciell am Hinterleibsptychoblast, wie die Figuren 83—85 auf's Klarste erkennen lassen, eine anfänglich ungegliederte strangförmige Anlage, die sich, von vorne nach hinten fortschreitend, ganz allmälig in Mikrosomiten sondert.

Hinsichtlich der Ptychoblastdifferenzirung von *Stenobothrus* erübrigen uns noch einige Worte über das letzte hier abgebildete Stadium Fig. 86. Es kennzeichnet sich gegenüber dem früheren durch die von mir auch schon seinerzeit (21) erwähnte kettenartige Wiederverknüpfung der Ptychoblastsegmenthälften in der Längsrichtung (a_1—a_{10}), auf die ich später bei den Schmetterlingen sowie im nächsten Capitel, das speciell auch die Segmenthöhlen zum Gegenstand hat, noch zurückkommen werde.

Ich wende mich nun zu meinen die Ptychoblastbildung der Schmetterlinge betreffenden Untersuchungen, muss aber früher über die einschlägigen, zum Theile sehr werthvollen Befunde Tichomirof's beim Seidenspinner berichten. Hiebei beschränke ich mich aber, obwohl ich eine Übersetzung des ganzen betreffenden Capitels besitze, auf die Mittheilung der allerwesentlichsten Punkte, und zwar vor Allem unter Hinweis auf die zugehörigen, im Allgemeinen sehr brauchbaren Abbildungen.

Tichomirof hebt zunächst hervor, dass die Bildung des unteren Blattes — er nennt es Mesoderm — durch Invagination weder von Kowalevsky, noch von Bobretzky (3) strenge bewiesen worden sei. Nach langem vergeblichen Suchen überzeugte er sich dann, „dass bei diesen Thieren unzweifelhaft eine primäre Furche vorkommt. Leider — so meint er S. 33, aber wie sich herausstellen wird, mit Unrecht — sind die Flächenansichten dieses (der 40. Entwicklungsstunde angehörigen) Invaginationsstadiums wenig lehrreich und muss man deshalb den Entwicklungsgang aus den Schnitten construiren" ... „Die Furche erscheint zuerst in

[1] In der von C. Heider citirten Fig. 3*c* ist aber die Marke *a* nicht hinten, sondern vorne. Hinten findet man ein *a* in Fig. 3*d*.

der Gestalt einer engen Spalte in der mittleren Zone des Keimstreifs, von wo sie sich dann nach vorne und hinten ausbreitet. Am Querschnitt Fig. 14 *pZ*, durch den Vordertheil der Furche, sieht man das Gegeneinanderwachsen der Furchenlippen, und bald verschmelzen die Ränder thatsächlich mit Ausnahme des hintersten Abschnittes am Abdomen, wo eine solche Verwachsung auf einer kleinen Strecke gar nicht stattfindet.

Tichomirof kommt dann auf die Segmentirung zu sprechen, „die, ähnlich wie bei den Wirbelthieren bei den Insecten sehr früh eintritt". Sein Holzschnitt Fig. 16 zeigt uns unterhalb der noch völlig ungegliederten Ectodermplatte sechs auf den Mitteltheil beschränkte Entomikrosomiten, die anfangs sehr eng aneinanderliegen, so dass sogar ihre Grenzen sehr schwer zu unterscheiden sind. In der Folge aber werden die Zwischenräume grösser und drängt sich der Dotter zwischen die Segmente hinein. An seinem Längsschnitt Fig. 17 unterscheidet man dann bereits 18 Ptychoblastsegmente. „Auf welche Weise aber die neuen Segmente — anfangs waren ja bloss sechs — entstehen, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, glaube aber nicht, dass dieses durch Einschaltung neuer Segmente zwischen die alten geschehe. Ich kann eher annehmen, dass im Anschluss an die zuerst auftretenden mittleren Segmente vorne und hinten neue hinzu kommen."

Tichomirof vergleicht schliesslich (S. 35) noch, aber zum Theil, wie sich zeigen wird, auf Grund falscher Voraussetzungen, das Insecten- mit dem Wirbelthier-Mesoderm. „Nachdem das Mesoderm in Segmente zerfallen ist, beginnt die Sonderung der letzteren in zwei Längshälften, was vor dem 18. Tag der Herbstentwicklung zu beobachten ist. Als Ergebniss dieser Längs und Quertheilungen erhält man Bilder, welche mit jenen der sogenannten Urwirbel der Wirbelthiere identisch sind."[1] Zur Begründung seiner Ansicht weist Tichomirof auf das Lagerungsverhältniss der segmentirten Raupenstammmuskeln hin, welche seiner Ansicht nach mit Überbrückung der intersegmentalen Zone von der Mitte des einen Körper-, respective Ectodermsegmentes bis zur Mitte des benachbarten Ringes sich ausdehnen sollten. „Auf diese Weise sehen wir, dass das Verhältnis der Segmente des Mesoderms zu den definitiven Leibesringen bei den Insecten dasselbe ist, wie das der Urwirbel zu den definitiven Wirbeln der Wirbelthiere."

An einer späteren Stelle (S. 39) spricht dann Tichomirof davon, dass ein solches Alterniren der äusseren und inneren Segmente thatsächlich schon bei der ersten embryonalen Gliederung zu beobachten sei.

Kurz erwähnen müssen wir noch die zum Theil von Tichomirof's Angaben abweichenden Mittheilungen von Bruce (5) bezüglich *Thyridopteryx*. Zunächst ist dieser Forscher, der, wie sich zeigen wird, nicht ganz ungerechtfertigten Ansicht, dass es nicht zu einer vollständigen Einstülpung der Medianfurche komme (der Autor sagt S. 6 etwas unklar, „the inner layer is not strictly invaginated"), indem sich das Unterblatt abschnüren soll, bevor die Furchenlippen sich geschlossen haben, ein Verhalten, das mir freilich nicht recht verständlich ist.

Bemerkenswerth, aber wohl kaum richtig ist die weitere Angabe von Bruce, dass das Unterblatt in toto gleich nach der Ablösung und vor dem Auftreten der Quertheilung in zwei symmetrische Längsstreifen zerfalle. Nach seiner Fig. VIII′, Pl. 1 träten ferner sehr früh äussere Einschnitte auf, und zwar theile sich die ecto- und die mesodermale Schichte zunächst in sechs anscheinend gleich grosse Segmente, eine Darstellung, die mir sehr zweifelhaft erscheint. Dagegen verdient Bruce's durch mehrere gute Querschnittsbilder illustrirte Angabe Beachtung, dass noch nach erfolgter Abschnürung des Ptychoblasts auf der Ectodermplatte längs der Medianlinie eine ziemlich tiefe Furche zurückbleibt.

Meine eigenen Untersuchungen über die erste Ptychoblastdifferenzirung beschränken sich bisher vorwiegend auf *Pieris*. Das jüngste Stadium zeigt Fig. 96. Wie schon Tichomirof, freilich im Widerspruch mit seinem Flächenbilde, Holzschnitt Fig. 22, angibt, erstreckt sich hier die Gastralfalte nur über den thoracalen

[1] Vergl. hiezu V. v. Ebner (13*).

und den hinteren cephalen Abschnitt. Dabei ist die Furche, was aber vielleicht schon ein secundärer Zustand ist, nicht in ihrer ganzen Länge von gleicher Breite, sondern zeigt bereits eine segmentale, und zwar im Thoracalabschnitt eine mikrosomitische Gliederung. Letztere tritt aber auch insoferne hervor, als das jedenfalls noch zur Zeit des Offenseins der Rinne zur theilweisen Ablösung gelangende Unterblatt von Segment zu Segment eine starke laterale Wucherung in Gestalt von zum Theil unregelmässig begrenzten zipfelartigen Fortsätzen aufweist.

Auf Grund der später zu besprechender Querschnittserien muss übrigens noch die Frage aufgeworfen werden, ob die Gastralfalte hier nicht vielleicht schon von vorne herein nur auf den segmentalen Strecken zur Abschnürung eines Unterblattes führt und auf den intersegmentalen Querzonen unentwickelt bleibt.

Ein späteres, den bisherigen Untersuchern gleichfalls unbekannt gebliebenes Stadium sehen wir in Fig. 97. Die drei thoracalen Mikroëntosomiten sind hier vollständig, und zwar durch auffallend breite Lücken von einander getrennt. Längs ihrer Mittellinie sieht man bei durchfallendem Licht einen hellen Streifen, der, wie die Querschnitte lehren, nicht etwa auf eine Halbirung derselben, sondern auf eine Einsenkung und Verdünnung der darüber liegenden Ectodermplatte bezogen werden muss. Ausserdem erkennt man dann hier noch ein einheitliches cephales und abdominales Makrosomit von wurstartigem Aussehen.

Das folgende Stadium, Fig. 98, ist bezüglich der Ptychoblastdifferenzirung schon wesentlich weiter fortgeschritten. Zunächst hat sich das cephale Makrosomit in zwei Submakrosomiten gesondert, nämlich in einen hintern Abschnitt, welcher als Complex des meso- und metagnathalen Mikrosomits ($g'_2 + g'_3$) zu deuten ist, und in einen vordern, der grösstentheils dem Protocephaleum entspricht. Ersteres theilt ganz das charakteristische Aussehen der drei durch breite Lücken getrennten Thoracalsomiten ($th'_1 . . th'_3$) und weist auch im hintern Theil der Mittellinie den hellen Streifen auf. Der procephale Ptychoblastabschnitt hingegen bietet an den verschiedenen Präparaten ein etwas wechselndes Bild dar. Das Typische scheint das unserer Figur zu sein. Man erkennt da hinten eine zweilappige Anschwellung, die allem Anschein nach dem Prognathalsegment angehört, und dann eine schmälere bis zum Vorderende reichende Lage, die nahe dem Vorderrande abermals zwei Seitenlappen (x) zeigt.

Vielleicht stehen letztere mit der später auftretenden paarigen Anlage der Oberlippe in Beziehung. Etwas abweichend von diesem Verhalten ist das in Fig. 99 dargestellte. Zwar sieht man auch hier zwei Paare grösserer Anschwellungen. Da aber das hintere Paar (at?) weiter vorne liegt, möchte ich es eher mit der Anlage der Antennen (vergl. Fig. 100 at) in Beziehung bringen.

Hinsichtlich des Abdominalabschnittes ergibt sich aus der Fig. 98, dass bereits die Abgliederung des ersten Mikrosomits (a'_1) begonnen hat.

Mustern wir nun zunächst kurz einige die zuletzt besprochenen Stadien betreffende Querschnitte. Fig. 114 bis 117 zeigt solche vom Anfang des Abdominalabschnittes in einem relativ frühen Stadium. Innerhalb der segmentalen Zone (Fig. 115—117) ist der Ptychoblast bereits ganz oder doch zum Theil abgeschnürt, wobei die am Ectoderm zurückbleibende Mittelfurche fu keineswegs gleich stark hervortritt. Intersegmental hingegen (Fig. 114) treffen wir die Gastralfalte in ihrem ursprünglichen Zustand. Ungewiss bleibt es freilich, ob nicht auch hier dem Stadium der Medianfalte ein solches mit zwei Lateralfalten vorausgeht.

Fig. 118—128 zeigen dann von einem etwas älteren Stadium Typen einer ganzen Serie von Querschnitten. Fig. 118 entspricht dem noch ptychoblastlosen Protocephaleum. Ebenso 119 dem unterblattlosen Gnathalabschnitt. Fig. 120—125 betreffen den Thoracaltheil. Man sieht abwechselnd, wie es der Flächenansicht in Fig. 98 entspricht, Schnitte mit und solche ohne Ptychoblast. Die bekanntlich zuerst von Bruce betonte lange Persistens der ectodermalen Medianfurche ist überall, jedoch nicht im gleichen Grade zu erkennen. Die Schnitte Fig. 126—128 gehören dem Abdominaltheil an, der gegen das löffelartig ausgehöhlte Ende (Fig. 128) hin noch ganz ohne Ptychoblast ist.

Fig. 129 und 130 zeigen dann noch an zwei ungleichalterigen Stadien die Ptychoblastausbreitung am Vorderende des Protocephaleums, wobei offenbar das Stadium Fig. 129 jünger als das andere ist.

Hier mag noch kurz erwähnt werden, dass die Querschnitte Fig. 2 und 3, Taf. II, welche die Brüder Hertwig in ihrer Coelomtheorie (39) von einer *Noctua* abbildeten und in denen sie (S. 70) einen gegen den Dotter offenen Gastrulasack zu erkennen glaubten, einem Stadium angehören, in welchem die wirkliche in unserm Schnitt Fig. 114 dargestellte Gastrulationsfalte bereits verschwunden ist.

Gleich den bisher besprochenen Stadien ist auch die jetzt zu behandelnde Phase Fig 100, die in mehrfacher Hinsicht ein grosses Interesse bietet, völlig unbekannt geblieben.[1] Der Ptycho-, beziehungsweise der Mesoblast zeichnet sich gegenüber den früheren Zuständen vor Allem durch die starke laterale Ausbreitung und Verflachung seiner Metameren aus. Es gilt dies besonders von seinem vordern Theil, während der Abdominalabschnitt noch relativ schmal erscheint. Ferner hat sich das gnathale Makrosomit (Fig. 98 g'_2+_3) in seine zwei Bestandtheile, nämlich in das Meso- und Metagnathalsegment (g'_2, g'_3) gesondert. Weiters ist vor dem Prognathalsegment (g'_1) ein zu den Antennenanlagen (*at*) gehöriger besonderer Abschnitt differenzirt, den man wohl als inneres Antennalsegment bezeichnen kann. Die Abbildung lehrt dann, dass alle Mesoblastsegmente vom ersten gnathalen bis zum ersten abdominalen Abschnitt lateralwärts durch mehr oder weniger tiefe Kerben von einander geschieden sind, wobei die Abschnürung offenbar von vorne nach hinten fortschreitet.

Das interessanteste an diesem Stadium ist aber die zunächst vorwiegend in der Medianlinie vor sich gehende Wiedervereinigung oder Verkettung der früher auffallend weit voneinander abstehenden mesoblastischen Theilstücke. Und hier wird es wieder offenbar, wie bedenklich es ist, wenn man die Formwandlungen nach sogenannten mechanischen Principien erklären will.

In unserm Fall ist es nämlich ganz klar, dass die Wiederverkettung der Mesoblastsegmente nicht im Sinne C. Heider's (S. 40) auf eine Verkürzung des Keimstreifs — dieser ist ja jetzt länger als im frühern Stadium — sondern lediglich auf dem Wachsthum der Segmente selbst beruht.

Gleichzeitig mit der Wiederverknüpfung der Mesoblastsegmente bemerken wir aber auch in den vordersten Metameren die erste Andeutung einer Trennung in zwei Seitenhälften, welche also bei den Schmetterlingen im Vergleich zum Verhalten bei vielen andern Insecten sehr verspätet auftritt.

Was schliesslich den abdominalen Mesoblast betrifft, so tritt er im Gegensatz zum vordern Abschnitt erst jetzt in das Stadium der Gliederung ein.

Dabei kommen Bilder zum Vorschein, die ganz auffallend an die bekannte Form einer Ganglienkette erinnern.

Mit Übergehung zweier in meiner Sammlung befindlichen Zwischenstadien wenden wir uns gleich zum Keimstreif Fig. 101. Hier sind — die innern Theile des Protocephalenms zeigen leider eine schlechte Erhaltung — die Mesoblastsegmente bereits alle in zwei Seitenhälften zerfallen, weshalb längs der ganzen Medianlinie ein breiter heller Streifen verläuft. Das Stadium der zwei getrennten Ptychoblastbänder, welches, wie wir oben hörten, Bruce vor den Anfang der Quergliederung verlegt, tritt also hier thatsächlich erst nach Vollendung der letzeren auf.

In Fig. 102 bildet der Mesoblast am Seitenrand des Keimstreifs einen gegliederten Hohlstrang.

Lehrreich für die Kenntniss der Mesoblastgliederung sind dann noch ein Paar Keimstreifen anderer Schmetterlinge. Zunächst das Präparat Fig. 107 von *B. mori*. Hier sind, ähnlich wie in Fig. 101, alle Segmente bereits halbirt. Man erkennt aber hier besonders schön, wie die Mesoblastzellen *Ms* sich am Seitenrand anhäufen. Am Präparat Fig. 108 ist dann aus diesen lateralen und bald hohl werdenden Anschwellungen bereits der oben erwähnte Lateralstrang hervorgegangen.

Auch am *Zygaena*-Keimstreif in Fig. 109 kann man sehr deutlich die Höhlungen *Ms'* der einzelnen Mesoblastsegmenthälften erkennen.

Nachdem wir nun bei einigen Vertretern, *Lina, Stenobothrus* und *Pieris* sowohl die äussere, als auch die innere primäre Körpergliederung genau untersucht haben, gebe ich zum Zwecke einer bequemen Übersicht in

[1] Vergl. die mir erst während der Correctur bekannt gewordene schöne Arbeit von S. Selvatico [70*] und speciell Fig. 1 von *B. mori*, welche unserer Zeichnung sehr nahe kommt (S. 94–95).

den beistehenden Holzschnitten Fig. 14—17 ein Schema dieser Gliederung. Die Bilder stellen die linke Hälfte der Flächenansicht des Keimstreifs dar und bezeichnet die ausgezogene Linie die Contour des Ectoblasts, die punktirte jene des Ptycho-, beziehungsweise Mesoblasts. Die Grenzen der Hauptregionen, nämlich des procephalen, gnathalen, thoracalen und abdominalen Abschnittessind durch Horizontallinien, beziehungsweise durch die Buchstaben *PC*, *G*, *Th* und *A* mar-kirt. Von den dargestellten Ansichten entspricht Holzschnitt 14 ungefähr dem ersten gegliederten Stadium Fig. 26, Taf. II von *Lina*, Holzschnitt 15 dem von *Stenobothrus* in Fig. 78, Taf. VI, Holzschnitt 16 dem von *Pieris* in Fig. 96, Taf. VII und Holzschnitt 17 dem etwas älteren Stadium Fig. 97 des gleichen Schmetterlings.

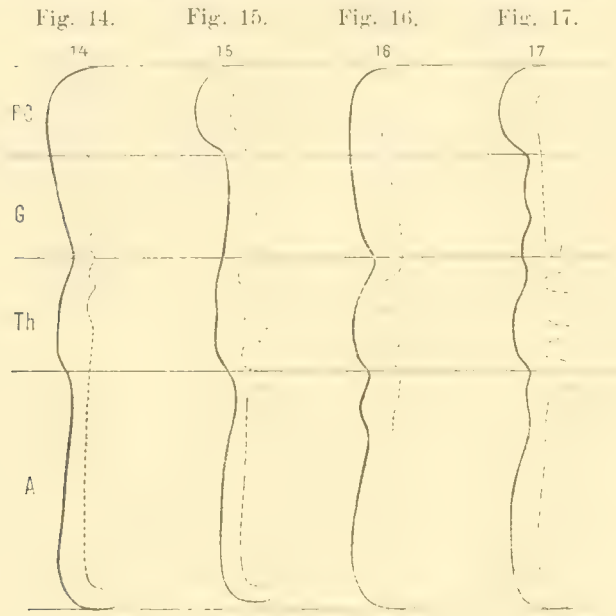


Fig. 14—17 Schemata der primären Segmentirung der Insecten-Embryonen.
Fig. 14 *Lina*, Fig. 15 *Stenobothrus*, Fig. 16 *Pieris*, Fig. 17 *Pieris*, älteres Stadium.

Daraus ergeben sich nun u. A. folgende Thatsachen:

1. Ist die primäre Gliederung nicht immer mikro-, sondern oft (wenigstens zum Theil z. B. bei *Lina* äusserlich) makrosomitisch.

2. ist die äussere und innere Gliederung nicht immer durchaus correspondirend;

3. treten die ersten Mikrosomiten nicht immer vorne, sondern zuweilen (Holzschnitt 15 und 17) in der Mitte, das ist im Thoracalabschnitt auf;

4. besteht speciell hinsichtlich der ersten inneren Gliederung gar keine Übereinstimmung zwischen den untersuchten Vertretern der verschiedenen Insectenordnungen und kann somit auch vorläufig kein gemeinsamer Gliederungstypus aufgestellt werden.

Unter den angegebenen Umständen und mit Rücksicht auf die verschwindend geringe Zahl der in dieser Hinsicht bisher untersuchten Insecten wäre es nun wohl auch sehr verfrüht, sich in Speculationen über die morphologische, beziehungsweise phyletische Bedeutung der primären Gliederung einzulassen. Das Vorhandensein einer Beziehung zwischen diesen frühen embryonalen Gliederungsformen und dem phyletischen Entwicklungsgang dürfte aber wohl schon von vorneherein kaum geleugnet werden können. Hier möchte ich vor Allem noch darauf aufmerksam machen, dass es mir, wie ich übrigens schon seinerzeit betonte, nicht wahrscheinlich vorkommt, dass die äussere Trimerie, wie wir sie z. B. bei *Lina* (Holzschnitt 14) und *Pieris* (Holzschnitt 16) sehr schön ausgeprägt finden, und die bekanntlich nach Nusbaum's schönen Entdeckungen (60) auch bei *Meloe* vorkommt, als „Anticipirung"[1] der imaginalen Gliederung aufzufassen ist. Man darf nämlich nicht ausser Acht lassen, dass z. B. bei *Lina* zwischen dem Thorax und Abdomen gerade im fertigen Zustand gar kein Einschnitt besteht, während die embryonale Primärgliederung ziemlich scharf erscheint. Gegen die Annahme eines derartigen Rückschlages spricht aber auch die innere und äussere Gliederungsweise anderer Insecten, z. B. von *Stenobothrus*, wo wir im primären Zustand Verknüpfungen von Mikrosomiten, z. B. zwischen den gnathalen und thoracalen Segmenten haben, die im definitiven Zustand nicht vorkommen.

[1] Dieser Ausdruck wurde zuerst von mir (21, S. 366) gebraucht, was mit Rücksicht auf die eigenthümliche Darstellung C. Heider's (37, S. 81) erwähnt sei.

Im Ganzen und Grossen dürfte also doch die Annahme, dass in der ersten Embryonalgliederung gewisse Segmentirungszustände der Vorläufer der Insecten wenigstens theilweise noch zum Ausdruck gelangen, der Anticipirungshypothese vorzuziehen sein.

Ohne damit irgend eine nähere Beziehung vorauszusetzen, mag erwähnt sein, dass u. A. die von Barrande erforschte Gliederungsweise der Jugendstadien mancher Trilobiten, z. B. von *Agnostus* (vergl. Neumayr's Erdgeschichte, Leipzig 1887, 2. Bd., S. 55) an jene gewisser Insectenkeimstreifen erinnert.

VI. Capitel.

Meso- und Somatocoel.

Obwohl ich mir eine ausführliche vergleichende Darstellung über die Mesoblast- und Leibeshöhlenbildung der Insecten für eine weitere Arbeit vorbehalten muss, da ich erst in dieser die zur Erläuterung der betreffenden Verhältnisse erforderlichen Längs- und Querschnitte bringen kann, so geben doch auch schon meine jetzt vorliegenden Abbildungen Anhaltspunkte genug, um manche wichtigere Verhältnisse in ein klareres Licht zu stellen.

Zur Klarstellung der wesentlichen Differenz- und Fragepunkte ist aber zunächst eine kurze Übersicht der bisherigen Angaben erforderlich.

Die erste deutliche Darstellung der Gliederung und der Höhlenbildung des Mesoblasts bei den Insecten und der Tracheaten überhaupt verdanken wir bekanntlich Metschnikof, der zuerst beim Scorpion (57) hierüber folgende, wie sich zeigen wird, noch immer vollständig zutreffende Angaben machte. „Es tritt — heisst es S. 14 — im Bereich des mittleren Blattes eine Spaltung in zwei durch eine Höhle von einander geschiedene Schichten auf, welche letzteren jedoch an ihren Rändern in einander übergehen."

„Ausserdem zerfällt das mittlere Blatt in ebenso viel einzelne vollständig von einander getrennte Stücke, deren jedes einem Segment entspricht." Die beiden durch die Spaltung getrennten Mesoblastschichten bezeichnet er als äusseres und inneres, beziehungsweise (vergl. S. 23 u. 24) als Haut- und Darmmuskellage. Bemerkenswerth ist dann noch — vergl. hiezu die einschlägigen Abbildungen Taf. XV, Fig. 6, 7, 10 u. 13, welche freilich nur optische Längsschnitte sind — die von Metschnikof angegebene Beziehung des Mesoblasts zu den Körperanhängen. „Wenn wir — heisst es S. 14 — diejenige Stelle eines Segments betrachten, von welcher der Segmentanhang entspringt (Fig. 7, Taf. XV), so sehen wir deutlich, dass zur Bildung der Extremität ausser dem Hornblatte nur noch die äussere Schichte des mittleren Blattes verwendet wird. In's Innere des Segmentanhanges tritt auch ein Fortsatz der inneren Höhle des mittleren Blattes ein, obwohl sie hier durch das starke Wachsthum der Extremitätenwandung sehr verengt oder in manchen Fällen sogar ganz verdrängt wird.[1]"

An wirklichen Schnitten wurden dann die Mesoblasthöhlen zuerst von Kowalevsky bei *Hydrophilus* und *Apis* nachgewiesen. Er denkt sich diese aber nicht durch Spaltung, sondern auf die Weise entstanden, dass (vergl. S. 57[677] den Holzschnitt Fig. 21 *df*) das mittlere Blatt an seinem Seitenrand sich nach innen umschlägt. Hier mag noch gleich betreffs der definitiven Leibeshöhle, die ich als Somatocoel bezeichne, erwähnt sein, dass deren Bildung zuerst von Bütschli (7, S. 539) und speciell an Schnitten von Kowalevsky (vergl. u. A. dessen Fig. 32, Taf. X) richtig als ein Spaltraum des Blastocoels, das ist als eine Höhlung dargestellt wurde, die dadurch entsteht, dass sich der Dotter im Bereiche des Keimstreifs etwas von diesem zurückzieht, beziehungsweise dass letzterer sich zugleich vom Dotter abhebt.

Es folgen nun weitere grundlegende Beobachtungen von Metschnikof (55) bezüglich der „urwirbelartigen" Mesoblast-Segmente und deren Höhlen bei den Myriapoden und einigen Insecten, z. B. den

[1] Hier erlaube ich mir noch darauf hinzuweisen, dass ich in meinem Insectenbuch (19) auf S. 434 zur besseren Verdeutlichung der Metschnikof'schen Entdeckung ein Schema dieses Verhaltens entworfen habe.

Termiten, wobei auch auf den von mir bei den Musciden (25) erwähnten Umstand aufmerksam gemacht wird, dass manchen Insecten „diese Bestandtheile des zweiten Blattes", also auch die Segmenthöhlen fehlen.

Im Gegensatz zu Kowalevsky ergaben dann die bekannten Studien Hatschek's (34) bei *Bombyx chrysorrhoea* wenigstens in der Hauptsache eine Bestätigung der Metschnikof'schen Darstellung.[1] Nach ihm (S. 118) „zerfällt das Mesoderm jederseits in zwei von einander zu unterscheidende Theile, einen medialen, der aus platten, unterhalb des Ectoderms ausgebreiteten Zellen besteht, und einem lateralen Theile, dessen hohe Cylinderzellen epithelartig eine spaltförmige Höhle umgeben". Er zeigte ferner, „dass die Höhle segmentweise auftritt", und dass sie „zwischen je zwei Segmenten unterbrochen ist".

Im Gegensatz zu Metschnikof lässt er aber die in die Körperanhänge eintretenden Mesoblastsäcke gegen den Dotter hin offen sein und meint (S. 136), dass sich Metschnikof geirrt habe.

Hieran schliessen sich dann der Zeit nach die für mein Insectenbuch (19) bei *Mantis, Lina, Melolontha, Gryllotalpa* und mehreren Schmetterlingen, und zwar gleich Hatschek mittelst der Schnittmethode gemachten Untersuchungen, die aber wie begreiflich in jenem Buche leider nur zum kleinsten Theile verwerthet werden konnten. Man findet dort (S. 427, Fig. 136) u. A. eine Abbildung der hohlen Mesoblastseitenstränge von *Mantis*, die ich (vergl. auch S. 434—435) ganz in der von Metschnikof angegebenen Weise gebildet fand. Es mag gleich hier bemerkt sein, dass später Nusbaum (58) in seiner Fig. 109 eine ähnliche Darstellung von *Blatta* gegeben hat, nur dass hier die beiden Mesoblasthälften ursprünglich eine viel geräumigere Höhlung einschliessen. Eine weitere Abbildung der zahlreichen einschlägigen Präparate jener Zeit gibt meine Arbeit über die primäre Segmentirung (21) Taf. XIV, Fig. 3, von *Gastropacha quercifolia*, die sich auf ein verhältnissmässig frühes Stadium bezieht, wo die Mesoblasthöhlen noch weit ausgedehnte, aber sehr enge Spalten aufweisen.

Mit ganz neuen Anschauungen traten hierauf die Brüder Hertwig in ihrer Coelomtheorie hervor. Sie halten zunächst auf Grund der bei einer unbestimmten *Noctua*-Art gemachten Schnitte dafür, dass das Darmfaserblatt durch Umschlagung des Hautfaserblattes entstehe.

Weiterhin erklärten diese Forscher, da ihnen die eigentliche Ptychoblastfalte völlig entgangen war, die Dotterhöhle als medialen Theil der primitiven Gastrulaeinstülpung, und nahmen ferner an, dass die von Kowalevsky als blastocoeler Spaltraum erkannte Anlage der definitiven Leibeshöhle (vergl. S. 57 [677] unseren Holzschnitt Fig. 21 *Bc*) durch laterale Divertikelbildungen der primären Gastrulafalte entstanden und somit kein Schizo-, sondern ein wahres Gastro-, beziehungsweise Enterocoel sei.

Ganz in Metschnikof's Sinn stellen wieder Tichomirof (71) und Korotnef (42) das Mesocoel als wirklichen und von der Gastralhöhle völlig unabhängigen Spaltraum dar. Besonders eingehend sind in dieser Hinsicht die Studien Korotnef's, weshalb es wohl nicht ganz gerechtfertigt ist, wenn Rabl (68, S. 196) auch über diese Arbeit einfach mit einer abfälligen Bemerkung (S. 196) hinweggeht.

Korotnef leitet zunächst, was allerdings noch einer näheren Prüfung bedarf, einen Theil des Mesoderms unter Hinweis auf das Verhalten der Mollusken von grossen beiderseits der Medianlinie vom Ectoderm sich ablösenden Mesoblasten her. Aus diesen sollten die kleinkernigen im eigentlichen geschlossenen Mesodermlager, seinem Myoblast, zerstreut vorkommenden Mesenchymzellen entstehen und dürften letztere (vergl. seine Fig. 36) allem Anscheine nach mit den von mir u. A. bei *Melolontha* nachgewiesenen, in den Dotter auswandernden Elementen des unteren Blattes übereinstimmen. Später (vergl. S. 577) wird der ohne Unterbrechung unter der ganzen Keimscheibe sich hinziehende Myoblast durch eine Spalte (seine Fig. 38, 37, 36) in zwei Schichten getheilt, worauf die mikrosomitische Segmentirung beginnt. „Die Spalte verschwindet darauf auf der Grenze zweier Somiten bis auf einen kleinen Rest, der wie ein lateral

[1] Wenn Heider (37, S. 77) die Entdeckung der urwirbelartigen Mesoblastsegmente bei den Insecten Hatschek zuschreibt, so ist dies insofern nicht richtig, als sich Hatschek selbst (S. 136) auf Metschnikof beruft.

liegender Canal die Höhlen der beiden Somiten mit einander verbindet." Gleich Metschnikoff findet dann Korotneff eine gemeinsame (rings geschlossene) Höhlung für die Somiten und Gliedmassen. Bemerkt sei dann vorläufig noch, dass (vergl. seine Fig. 34) jede Hälfte eines Mesoblastsomites wieder in zwei Theile gesondert wird, nämlich in einen dorsalen (respective lateralen), der die Höhlung enthält, und in einen ventralen (beziehungsweise medianen), der im ungespaltenen Zustand verharrt.

Unklar bleibt aber bei Korotneff u. A. das Zustandekommen der definitiven Leibeshöhle, indem er S. 73 geradezu von einem „Mangel jeglicher Hohlräume" und speciell auch vom „Mangel eines Lumens für die Leibeshöhle" spricht.

Wie Korotneff nimmt dann u. A. auch Ayer's (1) bei *Oecanthus* ursprünglich eine continuirlich von vorne bis hinten sich erstreckende Spalthöhle in den lateralen Mesoblaststrängen an, indem er S. 243 sagt: „Die primäre Leibeshöhle besteht aus einem Paar von Röhren, welche sich vom Kopftheil eine Strecke nach hinten ausdehnen." Sobald dann auch der Abdominalabschnitt dieser Röhren angelegt ist, erscheint die vordere Strecke der Röhren bereits gegliedert, das ist rings geschlossen, also in nicht mehr mit einander communicirende Säcke abgetheilt. Abweichend von Korotneff und im Anschluss an Hatschek lässt er dann die „kelchartigen Taschen des Mesoderms, welche sich auch (vergl. u. A. seinen höchst lehrreichen Längsschnitt Pl. 22, Fig. 25, sowie die Querschnitte, Fig. 22—24) in die Extremitäten erstrecken, anfangs direct mit der Dotterhöhle in Verbindung stehen und sich erst später abschnüren."

Nach Patten (66, S. 28) gäbe es bei den Phryganiden gar keine eigentlichen Mesoblasthöhlen. Auch wurde dieser Forscher, wie es scheint (vergl. S. 28 u. 36) nicht recht klar darüber, ob das Darmfaserblatt durch Abspaltung oder, im Sinne Kowalevsky's und Hertwig's, durch Umbiegung sich bilde.

Ganz abweichend wäre die Mesocoelbildung nach Will bei den Aphiden. Das Mesocoel sollte nämlich (S. 269) nur in den Extremitäten, und zwar auf die Weise entstehen, dass sich das Mesoderm als einfache ungespaltene Zellschicht in die Ectodermaussackungen einsenken würde. Consequenter Weise lässt Will diese Faltungshöhle gegen den Dotter hin offen sein. Dabei fällt besonders auf, dass Will dennoch diese „erst innerhalb der Extremität sichtbar" werdenden Höhlen auf die Anneliden zurückführt.

Cholodkowsky (11) zeigt an einem sehr instructiven Längsschnitt durch einen schon weit vorgeschrittenenen *Blatta*-Embryo (seine Fig. 11), dass sich, wie übrigens von mir schon früher bei *Stenobothrus* 21, Taf. XV, Fig. 18, an einem isolirten Keimstreif auf das Überzeugendste nachgewiesen worden war, die geschlossenen Mesoblastsäcke sich in die Anhänge hineinziehen. Wichtig ist ferner dessen Darstellung einer procephalen Mesoblasthöhle (seine Fig. 11 g'), worüber allerdings im Text gar nichts Näheres angegeben ist.

Wenn wir vorläufig die einschlägigen Beobachtungen, welche C. Heider im Anschluss an Kowalevsky in seiner ersten *Hydrophilus*-Arbeit gemacht hat, übergehen, so folgen nun Mittheilungen von mir selbst (21 u. 22), und zwar u. A. bei *Melolontha* (21, Fig. 1 u. 22, Fig. 16 u. 19), wo sich die definitive Leibeshöhle im Gegensatz zu Voeltzkow's Angaben als blastocoeler Spaltraum darstellt; ferner bei *Gastropacha*, hinsichtlich welcher Fig. 2 meiner Arbeit über die primäre Segmentirung (21) ein Flächenbild und Fig. 3 einen Querschnitt gibt, und endlich bei *Stenobothrus*, betreffs dessen man in der eben citirten Arbeit (Fig. 18) die erste naturgetreue Totalansicht der ausgehöhlten Mesoblastsegmente und ihrer Entstehung findet. Auf diese Verhältnisse werde ich aber später noch ausführlicher zurückkommen.

Ausserordentlich eingehend beschäftigt sich mit unserm Gegenstande C. Heider in seiner Hauptarbeit (37) über *Hydrophilus*.

Die wesentlichsten uns hier näher interessirenden Resultate, beziehungsweise Annahmen C. Heider's sind kurz zusammengedrängt folgende:

Für's erste nimmt Heider an — aber wohl, wie ich glaube, mit Unrecht — dass die Mesoblasthöhlen aus dem Lumen des Ptychoblastrohres hervorgehen, somit also, wenn ich das Verhalten ganz kurz so bezeichnen darf, Divertikel des Gastrocoels (beziehungsweise Enterocoels) sind. „Das Lumen des eingestülpten Rohres — heisst es u. A. S. 32 — wird zu einer Querspalte — die Primordialspalte — umge-

wandelt. Sie ist auch noch in den späteren Stadien zu erkennen, und zwar in der Form einer häufig sehr undeutlichen Grenze, welche zwischen den zwei (am Seitenrand direct in einander übergehenden) Schichten des unteren Blattes — er nennt sie paradermale und paralecithale Schichte — sich ausdehnt." „Da — heisst es dann weiters S. 40 — die Ursegmenthöhlen durch ein Auseinanderweichen dieser beiden Schichten entstehen, so müssen wir dieselben ihrem ersten Ursprunge nach als den lateralen erweiterten Antheil der Primordialspalte in Anspruch nehmen." Er fügt noch hinzu, dass in den medianen Theilen die Zweischichtigkeit nicht nachweisbar ist.

Eine zweite zwar nicht besonders ausgesprochene, aber aus den Abbildungen (z. B. seine Fig. 114, Taf. X) zu entnehmende Anschauung ist die, dass (S. 40) die Ursegmenthöhle (*us*) ringsum von einem einschichtigen Epithel umgeben und von dem medianen mehrschichtigen Mesoblasttheil ganz scharf abgegrenzt sei.

Ein weiterer Punkt betrifft dann die Beziehung zwischen den Ursegmenten und den zugehörigen Gliedmassen, hinsichtlich welcher C. Heider im Gegensatz zu Metschnikof, Korotnef, Ayers, Cholodkowsky und mir selbst S. 76 die ganz allgemeine Behauptung aufstellt, dass eine solche Beziehung „niemals" besteht.

Ferner bespricht C. Heider die Verbreitung der hohlen Mesoblastgebilde in den einzelnen Segmenten, wobei er S. 44, zunächst und ohne hier auf Cholodkowky's Darstellung Rücksicht zu nehmen, behauptet, dass das „Kopfsegment und das Endsegment selbstverständlich von dieser Bildung ausgeschlossen sind". Auch käme nach ihm bei *Hydrophilus* „im Mandibularsegment kein Ursegmentpaar" zur Entwicklung.

Weiterhin hebt er (S. 44) hervor, „dass die Segmentgrenzen (Dissepimente) des unteren Blattes (im Vergleich zu denen des Ectoderms) etwas nach hinten verschoben sind. Auch lässt er die ursprünglich getrennten Kammern in ein continuirlices Rohr zusammenfliessen.

Endlich ist dann noch der, so viel ich weiss in exacter Weise überhaupt erst durch C. Heider (zum Theile auch schon in seiner ersten Arbeit) geführte höchst wichtige Nachweis zu constatiren, dass sich in den späteren Stadien, und zwar zunächst nur in den segmentalen Zonen die Mesoblasthöhlen in den zur definitiven Leibeshöhle werdenden Spaltraum zwischen dem Dotter und dem (sich abhebenden) Keimstreif öffnen und dass so eine Verschmelzung der primären und secundären Leibeshöhle erfolgt.

Auch unterscheidet Heider (S. 45), wie dies übrigens auch von mir selbst bei *Melolontha* (22, Fig. 16 u. 19) dargestellt wurde, an der Anlage der definitiven Leibeshöhle zwei laterale Theile und eine mediane Partie, welche anfänglich eine Art unvollständiger Kammerung, das ist segmentale Erweiterungen und intersegmentale Einengungen aufweisen.

Eine mit dem ersten Punkt der Heider'schen Anschauungen übereinstimmende Angabe bringt schliesslich noch Carrière (9) betreffs der Mauerbiene, indem er sagt: „die Hohlräume der seitlichen Umschlagsränder — es ist hier von der primären Einstülpung des Ptychoblasts die Rede — gehen direct in die sogenannten Urhöhlen über" und wären somit wirkliche Gastrocoeldivertikel.

Indem ich nun auf die Hauptergebnisse meiner eigenen Untersuchungen übergehe, knüpfe ich deren Mittheilung unmittelbar an die eben aufgeführten Punkte der Darstellung Heider's an.

Zunächst kann ich meine ausgedehnten Beobachtungen nicht mit der Ansicht von Heider und Carrière, beziehungsweise von Hertwig und Rabl, in Übereinstimmung bringen, wonach die sogenannten Ursegmenthöhlen, die man wohl ganz zweckmässig als Mesocoelkammern bezeichnen könnte, als Divertikel des Gastrocoels sich erweisen sollten. Ich sage ausdrücklich nicht „aufzufassen sind", weil ich zunächst die, so viel mir bekannt ist, zuerst von Lankester (46*) ausgesprochene Möglichkeit, dass ein secundärer Spaltraum oder ein Schizocoel phylogenetisch aus einem Entero-, beziehungsweise Gastrocoel abzuleiten sei, also so zu sagen ein latentes Gastrocoel vorstelle, ganz ausser Acht lasse und nur, wie es wohl auch der exacten Forschung geziemt, die Frage in's Auge fasse, ob bei den Insecten in der That das Mesocoel ontogenetisch sich als ein persistirendes Gastrocoel erweist.

Ein solcher Übergang der einen Höhlung in die andere fehlt nach meinen Wahrnehmungen zunächst schon bei dem von C. Heider untersuchten Object. Allerdings ist es ganz richtig — und das Gleiche fand ich auch u. A. bei *Musca* (vergl. 25, Fig. 9, 10, 11 u. Fig. 90—92) und *Lina* — dass das Gastrocoel (*Gc*), wie dies Holzschnitt Fig. 18 veranschaulicht, vor seinem gänzlichen Verschwinden häufig noch in Form einer sehr engen Querspalte zu erkennen ist. Auf dieses Stadium folgt dann aber bei *Hydrophilus* nicht, wie solches

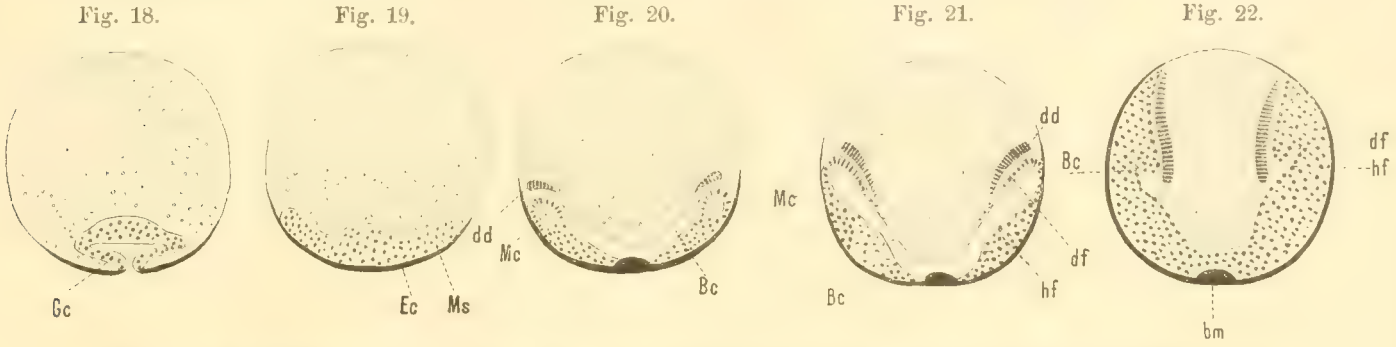


Fig. 18—22. Schematische Querschnitte durch Insecten-Embryonen behufs Veranschaulichung des Blasto- (*Bc*), Gastro- (*Gc*) und Mesocoels (*Mc*), sowie des Darmdrüsen- (*dd*) und des Darmfaserblattes (*df*).

C. Heider darstellt, unmittelbar ein Stadium, wo das untere Blatt wenigstens in seinen lateralen Partien mehr oder weniger deutlich zweischichtig ist und zwischen den zwei Schichten als letzten Überrest des lateral ausgezogenen Gastrocoels eine feine Spalte zeigt, sondern es gibt zuächst einen Zustand, wo im untern Blatt auch nicht eine Spur irgend einer Spaltung oder einer Schichtung zu sehen ist. Einen ähnlichen Zustand, wie ihn uns der Holzschnitt Fig. 19 zeigt, bildet u. A. auch Heider an einem durch das Mandibelsegment gelegten Querschnitt (seine Fig. 76) ab, er nimmt aber an, dass dieser Zustand eben nur für diese Region bezeichnend ist. Ich besitze nun aber mehrere Schnittserien von *Hydrophilus*, bei denen sich der gleiche völlig spaltenlose Zustand nahezu über den gesammten Keimstreif erstreckt. Die gleiche primäre Spaltenlosigkeit des Mesoblasts constatirte ich aber auch bei allen übrigen von mir untersuchten Insecten. So zunächst bei *Melolontha* und *Lina*, hinsichtlich welcher meine nächste Arbeit ausführliche Belege bringen wird. Das Gleiche zeigt uns dann in Bezug auf *Stenobothrus* der in Fig. 49 abgebildete Schnitt. Man mag hier den abgeschnürten Ptychoblast *Pt* auch mit starken Linsen betrachten, so kann man doch nichts anderes sehen als einen anscheinend regellosen Haufen von Zellen, zwischen welchen nirgends eine Spur einer Median- oder Lateralspalte zu erkennen ist.

Völlig spaltenlos ist dann schliesslich auch, wie schon die wenigen auf Taf. X abgebildeten Schnitte zeigen, das untere Blatt der Schmetterlinge kurz nach dessen Abtrennung vom Ectoderm. Zuweilen bemerkt man da wohl, z. B. in Fig. 160, eine laterale Spalte zwischen dem Ectoderm und dem am Querschnitt fast pilzhutartigen Unterblatt, aber im Unterblatt selbst gibt es weder eine Höhlung noch auch eine Andeutung einer Schichtung der lateralen Partien in zwei Lagen, und bevor die letztere auftritt, muss also erst eine durchgreifende Neuordnung oder Umstellung der Zellen stattfinden.

Wenn nun aber C. Heider dennoch auf manchen seiner Schnitte (z. B. Fig. 79) feine laterale Spalten abbildet, so haben wir es eben hier — von gewissen Schematisirungen wie z. B. Fig. 63 u. 71 sei abgesehen — nicht mehr mit Überresten der zuletzt lateralwärts sich ausziehenden Gastrocoelspalten zu thun, sondern mit den ersten Anfängen einer lateralen Neuspaltung, wie eine solche ja längst als thatsächlich vorkommend bekannt ist.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt der Heider'schen Darstellung, nach welcher der laterale ausgehöhlte Mesoblast ringsum von einem einschichtigen Epithel umgeben und so gewissermassen ein völlig isolirtes Gebilde sein sollte. Ich kann mich leider auch dieser Annahme nicht anschliessen.

Mustert man z. B. einschlägige Querschnitte von *Stenobothrus* in einem relativ frühen Stadium der Mesocoelbildung, wie z. B. den in Fig. 50, Taf. IV, so erscheint hier wohl der laterale Theil der Spalthöhle von einem

einfachen Epithel umgeben, medianwärts aber (*m*) geht letzteres in eine dicke Lage über, wo die Zellen ganz unregelmässig vertheilt sind. Noch deutlicher ist dies in etwas späteren Stadien, wie z. B. an dem in Fig. 51 und 52 dargestellten Schnitt. Auch hier ist die Mesoblasthöhle *Mc* lateralwärts von einem einschichtigen, zum Theil sehr flachen Epithel umgeben; gegen die Mediane (Fig. 52*m* u. 51*o*) hin aber findet keine scharfe Abgrenzung des lateralen Mesoblasts statt.

Das gleiche Verhalten kann man dann ferner besonders schön bei *Melolontha* beobachten, wovon ich aber vorläufig nur den auch für die Darstellung anderer wichtiger Verhältnisse interessanten Schnitt Fig. 63, Taf. V gebe. Das Mesocoel *Mc* zeigt hier im Querschnitt die Form eines Dreieckes. Die Umrahmung dieses Dreieckes besteht nun blos auf zwei Seiten aus einem Epithel, nämlich auf der lateralen Partie, während sie medianwärts aus dem ungeschichteten dicken Theil des übrigen Mesoblasts gebildet wird. Vom lateralen Epithelrahmen ist besonders der obere Theil *rop* stark verdickt und dieser geht unter höchst eigenthümlichen, bisher völlig unbekannten Faltungs- und Spaltungserscheinungen, wobei er zeitweilig mehrschichtig wird, in das Darmfaserblatt über. Der untere Theil des Epithelrahmens aber, der medianwärts allmälig den epithelialen Charakter verliert, dehnt sich später in Form einer Rinne sehr stark dorsalwärts aus und bildet, wie ich schon in meiner Keimhüllenarbeit (22) theilweise dargestellt habe, die Anlage des Rückengefässes, ein Verhalten, das C. Heider bei seinen abweichenden Auseinandersetzungen über diesen Gegenstand zu erwähnen vergessen hat.

Im Wesentlichen ganz ebenso wie bei *Melolontha* und *Stenobothrus* finde ich aber auch das Verhalten bei *Hydrophilus* und vermag ich auf keinem einzigen Schnitt um das Mesocoel herum ein solches rings geschlossenes Epithelrohr zu erkennen, wie es C. Heider auf vielen seiner Figuren, z. B. Fig. 90 u. Fig. 105—116, abbildet und haben insbesondere die einschlägigen Darstellungen in Fig. 134 und 135 hinsichtlich des Mesocoelrahmens einen allzu schematischen Charakter.

Wir kommen nun zum dritten Punkt, das ist zu der von Heider geleugneten Beziehung zwischen den Mesoblast- und den Extremitätenhöhlen.

Hätte C. Heider seine Anschauung lediglich auf den von ihm selbst untersuchten *Hydrophilus* beschränkt, so könnte ich seine Angaben insoferne bestätigen, als es mir selbst bisher sowohl bei diesem Käfer als auch bei *Melolontha* und *Lina* nicht gelungen ist eine solche Continuität der Höhlung zwischen den primären Stammsegmenten und ihren Anhängen sicher nachzuweisen, womit aber selbstverständlich ihr Fehlen noch keineswegs ganz sichergestellt ist. C. Heider hat aber seine Behauptung auch auf solche von ihm selbst nicht untersuchte Insecten ausgedehnt, bei denen von anderen Forschern die Höhlencontinuität gefunden worden ist. So wüsste ich zunächst keinen Grund, warum ich die einschlägigen Angaben Hatschek's bei den Schmetterlingen und jene Korotneff's bei *Gryllotalpa*, zumal aber die so ausserordentlich klare Darstellung von Ayers in dessen schon öfter erwähntem Längsschnitt Pl. 22, Fig. 25, in Zweifel ziehen sollte.

Auch hat C. Heider meine einschlägige Darstellung bei *Stenobothrus* (21, Fig. 18) ausser Acht gelassen. Auf dieser Figur tritt der unmittelbare Zusammenhang zwischen den Stamm- und den primären Extremitätenhöhlen so anschaulich hervor, dass eine Leugnung desselben ohne vorausgegangene selbstständige Prüfung wohl nicht leicht zu rechtfertigen ist. Mit Rücksicht darauf habe ich nun in Fig. 84 u. 85 von ähnlichen Präparaten neuerdings Darstellungen gegeben. Man sieht da zunächst beim Abdomen z. B. bei a_2 die bereits hohl gewordenen und noch völlig von einander isolirten Mesoblastsomiten. Im Wesentlichen ganz dasselbe Bild bieten letztere nun auch in den extremitätentragenden vorderen Segmenten. Sie erscheinen hier als Säcke, die sich aus dem Stammtheil in den Anhang hineinziehen. Dabei erscheint die Wand dieser Mesoblastsäcke je nach der Einstellung entweder als geschlossener Ring (im optischen Längsschnitt) oder aber man sieht die Sackwand mehr oder weniger von der Fläche. Die Richtigkeit dieser Deutung — wenn bei so klaren Bildern von „Deutung" überhaupt die Rede sein kann — ergibt sich aber auch aus den Querschnitten, die ausserdem noch ein anderes vielleicht hochbedeutsames Verhältniss enthüllen, das ich nun etwas näher charakterisiren muss. Auch Heider macht S. 76 darauf aufmerksam, dass „bei Peripatus und den Myriapoden die Ursegmente eine Partie abschnüren, welche in die Extremitätenanlagen gelangt und hier

zur Bildung der Nephridien Anlass gibt (Peripatus) oder rückgebildet wird", fügt dann aber gleich hinzu: „Auch in diesem Punkte unterscheiden sich die Insecten. Es erscheint hier die Bildung eines Nephridiums vollkommen unterdrückt, während sich bei den Myriopoden noch die erste Anlage desselben erhalten hat."

Nun zeigt aber gerade das Mesocoel von *Stenobothrus* u. A. eine noch grössere Übereinstimmung mit Peripatus, als sie nach Heathcote (35) bei den Myriapoden vorhanden ist. Hier senkt sich nämlich nicht blos ein Theil der Ursegmenthöhle in die Extremitäten ein, wie wir das schon an den Flächenansichten erkennen, sondern es findet hier ausserdem eine Sonderung des Mesocoels in eine obere und eine untere Kammerreihe statt.

Fig. 23.

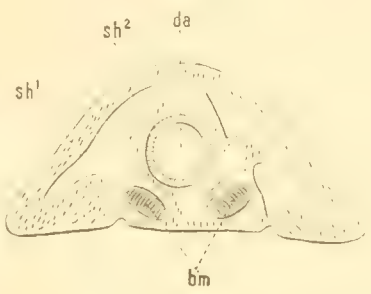


Fig. 24.

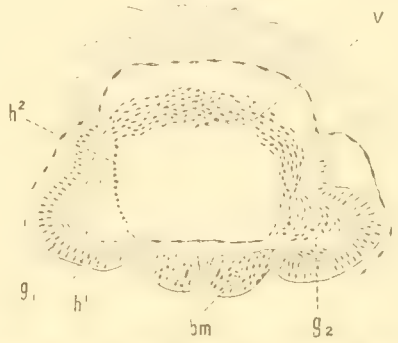


Fig. 23 Querschnitt von *Peripatus* nach Kennel's Fig. 76. *da* Darm, *bm* Bauchmark, *sh*¹ untere, *sh*² obere Segmenthöhle.

Fig. 24. Querschnitt eines Embryos von *Stenobothrus*. g_1 Mandibel, *bm* Bauchmark, *v* Proëntoderm-Anlage (?). h^1 untere, h^2 obere Segmenthöhle.

Man vergleiche zur näheren Orientirung hierüber zunächst die Holzschnitte Fig. 23 u. 24. Ersterer gibt ein nach Kennel's Fig. 76 (II. Theil) entworfenes Querschnittsschema von Peripatus, letzterer ein genau nach der Natur gezeichnetes Diagramm durch einen 23 Tage alten *Stenobothrus*-Keimstreif (Präparat Nr. 152. Letzterer Querschnitt geht links unten durch die Anlage der Mandibeln g_1, während er rechts zwischen Ober- und Unterkiefer fällt. Man sieht nun bei *Stenobothrus* links ausser der Haupthöhle h^1, die grösstentheils in den Anhang selbst fällt, noch eine obere Kammer h^2, die wenigstens ihrer Lage nach mit dem sogenannten Dorsalabschnitt des Segmenthöhle sh^2 von Peripatus übereinstimmt. Die beiden dorsalen Mesocoelkammern von *Stenobothrus* sind, was auch das Flächenbild erkennen lässt, in der Region des Mandibular- oder Prognathalsegmentes durch eine breite Brücke eigenthümlicher relativ grosser Zellen *v* mit einander verbunden, die vielleicht als vordere Mitteldarmanlage aufzufassen sind, die ich aber erst in meiner Keimblätterarbeit näher beschreiben werde.

Noch deutlicher als in der gnathalen Region ist die Sonderung der Mesoblastsäcke in eine obere und untere Kammer an dem durch die ersten Abdominalanhänge (a_1) gehenden Querschnitt in Fig. 51 ausgebildet. In der Mitte des Segmentes (links) sind die übereinander liegenden zwei Kammern durch einen engen Gang vereinigt, an der Segmentgrenze aber (rechts) tritt eine völlige Scheidung in zwei Säcke *Mc*, *Mc*¹ ein. Ferner sieht man noch links den Übergang des Lumens der unteren Kammer in den hier befindlichen Stammanhang, ein Verhalten, das übrigens am Flächenbild in Fig. 86 bei *a*, noch besser wahrzunehmen ist.

Am gleichen Präparat kann man sich zudem auch leicht von der Gegenwart der obern und untern Mesocoelkammern überzeugen. Bei der Einstellung auf die Ventralseite sieht man ein segmentweise angeschwollenes continuirliches Rohr (*a*), beim Heben des Tubus — also in der dorsalen Lage — eine Reihe separirter Säcke (*a*) hervortreten. Letztere dürfen aber nicht etwa mit den um diese Zeit noch gar nicht entwickelten Tracheeneinstülpungen verwechselt werden.

Die beschriebene Sonderung der Mesoblastsäcke von *Stenobothrus* möchte ich für meinen Theil aber nicht so ohne Weiteres als ein Erbstück von *Peripatus*-ähnlichen Vorfahren ansehen. Abgesehen nämlich von den grossen Differenzen im gesammten Bau und in der Entwicklung kann ja die Übereinstimmung in der Mesoblastdifferenzirung auf Convergenz beruhen.

Ein sehr deutliches Extremitäten-Mesocoel konnte ich ferner in der letzten Zeit auch bei *Mantis* nachweisen. Man sieht es zunächst schon am isolirten Keimstreif (namentlich jüngerer Stadien) z. B.

in Fig. 143 von a_2 *a* an. Ferner besitze ich mehrere einschlägige Serien von Längs- und Querschnitten, von welchen ich aber vorläufig nur ein Paar abgebildet habe. An der Serie, welcher der Schnitt Fig. 145 angehört, erkennt man ein unzweifelhaftes Mesocoel in sämmtlichen Anhängen einschliesslich der abdominalen. Die Form und Ausdehnung dieser Spalthöhle wechselt aber natürlich nach dem Grade der Annäherung an die Insertionslinie der Anhänge. Manche der betreffenden Schnitte zeigen bezüglich der Mesocoelbildung eine geradezu frappirende Ähnlichkeit mit dem von Cholodkowsky in dessen lehrreichem Schnitt (11) Fig. 11 in Bezug auf *Blatta* dargestellten Verhalten.

Ausserdem zeigt sich und zwar besonders an Querschnitten (vergl. Fig. 147 links), dass auch hier das Extremitäten-Mesocoel *Mc'* einen vom Stamm-Mesocoel (*Mc'*) durch eine Einschnürung gesonderten Divertikel bildet.

Wir müssen aber zunächst noch das Verhalten des Mesocoels von *Stenobothrus* und *Mantis* und speciell das der ersteren Form mit dem bei anderen Insecten, wo es zu keiner Sonderung der Höhlung kommt und wo die Extremitäten, wie es scheint, anfänglich höhlenlos sind, in näheren Vergleich bringen. Hiebei gehen wir am zweckmässigsten von dem in Fig. 57 abgebildeten Keimstreif von *Melolontha* aus. Hier — und fast ebenso ist es bei *Hydrophilus* — erkennt man zunächst, dass die hohlen Mesoblastsäcke (th_2) ganz zu äusserst am Rand des Keimstreifs liegen und vom Ursprung der der Medianlinie viel näher liegenden Extremitäten ($th_2 a$) ziemlich weit abstehen. Ferner sieht man, dass in diesem Zwischenraum die Stigmata (st_2) sich befinden.

Nehmen wir nun die Stigmata, wie dies auch den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, als Marken der eigentlichen Laterallinie des fertigen Thieres, so erweisen sich offenbar die sogenannten lateralen Mesoblastsäcke als dorsale Gebilde und wir bekommen so ein Querschnittschema, wie ich es im Xylogramm 26 dargestellt habe, wobei ich aber mit Rücksicht auf *Stenobothrus* die Seitentheile des rinnenförmigen Keimstreifs mehr vertical gestellt habe, als es der Wirklichkeit (vergl. Fig. 63) entspricht. In diesem Schema bezeichnet *st* das laterale Stigma, *e* die ventrale Gliedmasse, *bm* das Bauchmark, dann *d* den dorsal gelegenen hohlen und *v* den mehr ventral postirten massiven Mesoblasttheil, welcher letztere auch die Gliedmasse erfüllt.

Fig. 25. Fig. 26.

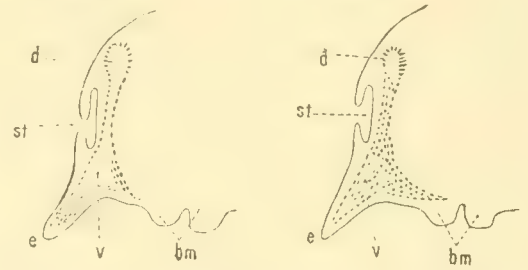


Fig. 25 u. 26. Schemata zur Erläuterung der Mesoblastsäcke bei *Stenobothrus* (Fig. 25) und *Melolontha* (Fig. 26). *bm* Bauchmark, *st* Stigma, *d* dorsaler, *v* ventraler Mesoblasttheil.

Ganz ebenso ist nun auch das Lageverhältniss zwischen dem Mesoblast, den Gliedmassen und den hier sehr spät auftretenden Stigmen bei *Stenobothrus* (Xylogramm 25). Die Vergleichung beider Querschnitte lehrt dann auch, dass nur die dorsale Mesoblastkammer von *Stenobothrus* dem sogenannten lateralen Mesoblastsack von *Melolontha, Lina, Hydrophilus, Pieris* u. s. w. homolog ist, während die ventrale und zum Theile in die Gliedmassen sich hineinziehende Mesoblastkammer vom *Stenobothrus* (u. *Mantis*) dem massiven medianwärts liegenden Mesoblasttheil der genannten anderen Insecten entspricht.

Der Hauptunterschied in der Mesoblastspaltung zwischen *Stenobothrus*, beziehungsweise dem Scorpion und den Myriopoden einerseits und den meisten Insecten andererseits ist somit im Wesentlichen keineswegs so gross, wie er auf den ersten Blick erscheint, in dem er sich dahin reducirt, dass bei den erstgenannten Formen die primäre Mesoblastspaltung eine grössere Ausdehnung auf der Ventralseite, beziehungsweise in den Extremitäten erlangt.[1]

[1] Inzwischen erschien im zoologischen Anzeiger XIII. Jahrg., Nr. 330 eine Notiz von Cholodkowsky, der zufolge bei *Blatta germanica* thatsächlich ähnliche Zustände wie bei *Stenobothrus* und *Mantis* zu herrschen scheinen. Er sagt nämlich S. 138: „Während der Bildung des Entoderms theilt sich die Somitenhöhle, ähnlich wie bei *Peripatus*, in drei Abschnitte, deren einer höchst wahrscheinlich dem Segmentaltrichter von *Peripatus* homolog ist. In späteren Entwicklungsstadien wird diese Theilung wieder aufgegeben."

Der vierte Punkt, den wir zu untersuchen haben, betrifft das Vorkommen von Mesoblasthöhlen im Protocephaleum und im Analsegment, hinsichtlich welcher bekanntlich C. Heider meint, dass sie hier „selbstverständlich" fehlen.

Lehrreich ist in dieser Beziehung zunächst der *Blatta*-Längsschnitt von Cholodkowsky (11, Fig. 11), wo wir mitten im Protocephaleum eine ziemlich weite Höhle (g') vorfinden, die wohl — Cholodkowsky sagt darüber allerdings nichts Näheres — als vorderste Mesoblastkammer anzusehen ist.

Ich selbst fand solche mesoblastische Kopfhöhlen besonders deutlich bei *Stenobothrus* und *Mantis*. Bei der ersteren Form erkennt man sie mitunter schon an gut isolirten Keimstreifen, so z. B. an dem im Holzschnitt Fig. 27 abgebildeten Präparat 110 von einem 22 Tage alten Ei. Der dorsale Mesoblast *Ms* erscheint hier als

Fig. 27.

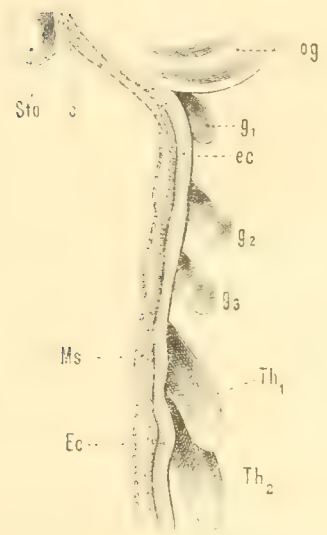


Fig. 27. Vordere Partie einer Seitenansicht von einem *Stenobothrus*-Keimstreif, *og* obere Schlundganglien, *Sto* Stomodaeum, *Ms* Meso-, *Ec* Ectoderm, *og* oberes Schlundganglion.

Fig. 28.

Fig. 28. Querschnitt durch den procephalen Theil eines *Stenobothrus*-Keimstreifs, *z* Proënterodermzellen (?), *Sto* Stomodaeum.

ein in den Zwischensegmenten etwas verengter continuirlicher Schlauch, der sich im Prognathalsegment g_1 einwärts gegen das Stomodaeum *Sto* biegt, und beim Übergang in den Kopf (bei *c*) sogar etwas anschwillt. Noch deutlicher treten selbstverständlich diese Gebilde an Querschnitten hervor, von denen ich vorläufig im Xylogramm 28 (Präparat Nr. 147) nur einen bringe. Er geht durch die Kopflappen mit den schon abgeschnürten Gehirnanlagen *og*, sowie durch den Mund und den proximalen Theil des schief aufsteigenden Stomodaeums (*Sto*). Über dem letzteren sieht man die auch noch im Mandibularsegment vorkommenden und oben erwähnten Zellen *z*, die ich in der nächsten Arbeit näher beschreiben werde; *r* ist die bereits in meiner Keimhüllenabhandlung eingehend besprochene dünne Rückendecke. Beiderseits des Stomodaeums und im engen Anschluss an das peristomeale Mesoderm sieht man nun einen ziemlich weiten Ring aus Pflasterzellen, der, wie die Confrontirung mit den weiter hinten folgenden Diagrammen unzweifelhaft darthut, eben der Querschnitt durch das Mesoblastrohr ist.

Noch viel deutlicher als bei *Stenobothrus* sieht man die mesoblastischen Urkopfblasen bei *Mantis*, und zwar am besten an nicht zu stark gehärteten und nur schwach gefärbten Keimstreifen. Speciell an dem in Fig. 143 abgebildeten Präparat treten sie als umfangreiche Säcke *cMc* sehr scharf hervor. Ihre Wand ist hier sehr dünn, pflasterepithelartig und erscheint am optischen Durchschnitt als ein Kranz von spindelförmigen Kernen. Minder deutlich sieht man sie an zu stark gepressten Präparaten, weil hier das Bild durch den darunter liegenden Gehirntheil verdunkelt wird.

Genaueres über diese procephalen Mesocoelsäcke zeigen dann selbstverständlich Schnitte. Fig. 145 *cMc* veranschaulicht ihr Verhalten an einem Medianschnitt, Fig. 146 an einem Querdiagramm. Am letzteren bemerkt man die auch an den Peripatusblasen stellenweise erkennbare Ungleichheit in der Dicke der Wandung. Oben und aussen zeigt die Wand zum Theil nur ganz locker stehende Kerne, während sie unten und aussen zu einem Cylinderepithel anschwillt.

Mit Rücksicht auf diese meine Befunde kann es nun wohl, so meine ich, kaum zweifelhaft bleiben, dass das procephale Mesocoel von *Stenobothrus* und *Mantis*, beziehungsweise von *Blatta* den sogenannten Kopfblasen von Peripatus (vergl. u. A. Kennel 41, Taf. XI u. Fig. 23, Taf. VI) entspricht.

Ich will mich hier nicht weiter auf eine Erörterung der von Kennel ausgesprochenen Anschauungen — z. B. die, dass (S. 200) die sogenannten Scheitellappen hier nichts anderes sind als das älteste und vorderste Paar der segmentalen Mesodermtaschen, welche nach ihm (Fig. 22) auch zuerst entstehen — einlassen; sondern möchte blos darauf hinweisen, dass der in exacter Weise zuerst von mir gelieferte Nachweis von procephalen Mesoblasthöhlen C. Heider's Ansicht, dass die Insecten auf annelidenartige Vorfahren zurückzuführen seien, jedenfalls günstiger ist als dessen Versicherung, dass sie hier fehlen.

Fig. 29.

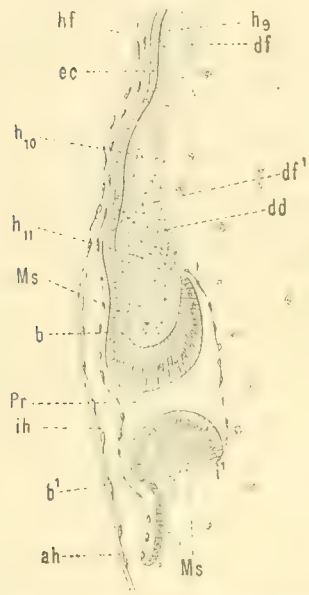


Fig. 29. Hinterer Theil eines Längsschnittes durch einen *Hydrophilus*-Keimstreif.

Aber auch für das Analsegment scheint mir C. Heider's Annahme bezüglich des Fehlens der Mesoblasthöhlen nicht ganz sichergestellt zu sein. Ich erwähne zunächst wieder Cholodkowsky's *Blatta*-Längsschnitt, der auch im Schlusssegment eine deutliche Höhlung zeigt. Solche allerdings relativ kleine Mesoblastspalten konnte ich aber bei allen von mir untersuchten Insecten nachweisen und speciell auch bei *Hydrophilus*. Es mag dies vorläufig nur an dem in Holzschnitt 29 genau nach der Natur gezeichneten Längsschnitt (Präp. Nr. 1) kurz erläutert werden. Er entspricht dem Stadium Fig. 10b von Heider. *Pr* ist das Proctodaeum, *Ec* das Ectoderm, *Ms* der noch ungespaltene Mesoblast, *dh* das Hautfaser-, *df* das Darmfaserblatt und *dd* die noch wenig entwickelte Anlage des Darmdrüsenblattes; *ih* und *ah* sind endlich die Marken für die innere und äussere Embryonalhülle. Beginnen wir nun die nähere Musterung der Mesoblasthöhlen im 9. Abdominalsegment h_9, so finden wir hier, was auch C. Heider angibt, eine deutliche Höhle. Ebenso noch im Segmente 10. Was nun das Analsegment h_{11} betrifft, so ist zwar der zugehörige Spaltraum etwas kleiner und weniger regelmässig umgrenzt, aber es ist doch, wie man sich leicht überzeugen kann, unzweifelhaft einer vorhanden. Zudem will es mir fast scheinen, dass C. Heider in dieser Beziehung seinen eigenen Zeichnungen widerspricht, denn die von ihm in seiner Fig. 159 dargestellte Höhlung dürfte vielleicht doch mit der von mir nachgewiesenen identisch sein.

Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32.

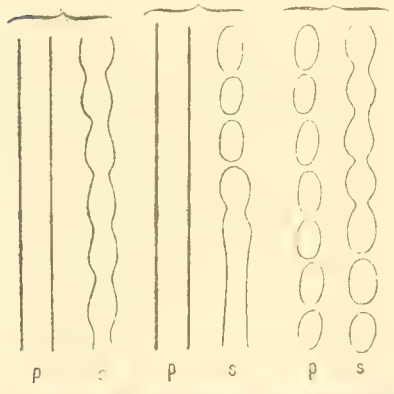


Fig. 30—32. Schemata zur Erläuterung der Mesocoel-Gliederung, *p* primäre, *s* secundäre Form.

Ein weiterer Punkt, den wir zu untersuchen haben, betrifft die wichtige Frage, ob das Mesocoel ursprünglich auf beiden Seiten des Keimstreifs einen continuirlichen Spaltraum oder aber eine Reihe segmentaler Spalten bildet. Wie wir schon oben hörten, nahmen u. A. Korotnef und Ayers an, dass bei *Gryllotalpa*, beziehungsweise *Oecanthus*, das primäre Mesocoel eine durch alle Segmente durchlaufende Spalte darstelle, wie solche im Schema Fig. 30 bei *p* veranschaulicht wird. Während dann aber Korotnef annimmt, dass dieses primäre rohrartige Mesocoel später durch partielle intersegmentale Einschnürungen in ein gegliedertes Rohr übergehe, das zugleich den definitiven Zustand bezeichnet (Schema 30*s*), gibt Ayers für *Oecanthus* an, dass zur Zeit der Segmentirung des Mesoblasts das Rohr in eine Reihe „rings geschlossener Säcke" zerfalle, wobei die Zerstückelung in der Weise von vorne nach hinten fortschreite, dass (vergl. Schema 31*s*) zur Zeit, wenn die vordersten Kammern schon abgetrennt sind, hinten, im Abdomen, noch der ungegliederte Zustand fortbestünde.

Diesen jedenfalls noch einer näheren Prüfung bedürftigen Angaben gegenüber ergibt sich zunächst aus der oft erwähnten Abbildung Fig. 18 meiner ersten Arbeit über die Keimstreifsegmentirung (21), welche in Fig. 84 dieser Abhandlung wiedergegeben ist, bezüglich *Stenobothrus* und zwar in völlig überzeugender Weise, dass hier anfänglich kein continuirlicher Spaltraum im Mesoblast existirt, indem die Höhlungen erst nach der mikrosomitischen Sonderung desselben in den einzelnen Segmenten auftreten, und zwar ohne mit einander zu communiciren. Der primäre Zustand des Mesocoels von *Stenobothrus* ist somit, wie dies durch das Schema 32*p* veranschaulicht wird, eine Doppelreihe geschlossener Säcke. Erst später, vergleiche Fig. 86, findet dann mit der Wiederverkettung der Mesoblastsomiten auch eine Confundirung der Segmenthöhlen statt, wodurch sich, als secundärer Zustand, das gegliederte Rohr (Schema 32*s*) ergibt.

Ein gleiches Verhalten, wie es hier bei *Stenobothrus* kurz charakterisirt wurde, wies ich dann u. A. auch bei *Gastropacha* nach. Hierauf folgen die Angaben Nusbaum's und Heider's, die bei *Meloe* und *Hydrophilus* im Wesentlichen denselben Vorgang constatirten. Da sich nun ferner aus den in dieser Abhandlung abgebildeten Präparaten von *Melolontha*, *Lina*, *Pieris*, *Bombyx* und *Zygaena* ergibt, dass die Mesoblasthöhlenbildung auch bei diesen Insecten nach dem gleichen Schema (Fig. 32) verläuft, so ist es wohl nicht ganz unwahrscheinlich, dass dies der allgemeine Entwicklungstypus ist.

Wir kommen nun zum letzten Punkt, nämlich zur definitiven Leibeshöhle, welche bekanntlich schon von Bütschli als ein durch Abheben des Keimstreifs, beziehungsweise durch Zurückweichen des Dotters entstandener Raum des Blastocoels oder des Dottersackes erkannt wurde. Man kann deshalb wohl nicht, wie es Kennel im ersten Theil seiner Peripatusarbeit (S. 202) thut, sagen, „dass wir es hier mit einer in der Wissenschaft ganz neuen Form der Bildung der Leibeshöhle zu thun haben".

Noch in früheren Stadien, als dies C. Heider für *Hydrophilus* angibt (vergl. dessen Fig. 130—133), finde ich sowohl bei diesem Insect als auch bei *Melolontha* scheinbar ganz isolirte Mesoblastzellen an der Seite der Leibeshöhle oder des Somatocoels (*Sc*), welches mit dem Rand des Dotters zusammenfällt (Fig. 63*z*). Auch konnte ich mich überzeugen, dass diese mesoblastischen Wanderzellen nicht von der eigentlichen Darmfaserblattanlage (*rp*) stammen, sondern vom massiven medianen, respective ventralen Mesoblasttheil sich loslösen. Aus diesem Grunde dürfte nun auch eine so strenge Scheidung, wie sie u. A. C. Heider zwischen dem Haut- und Darmfaserblatt macht, und wie ich sie früher selbst angenommen hatte, kaum allgemein durchzuführen sein.

Zum Schlusse möchte ich noch auf die eigenthümliche Entstehung der Leibeshöhle bei den Musciden aufmerksam machen.

Wie im Schema Holzschnitt 21 (S. 57[677]) angedeutet ist, kommt bei den meisten Insecten, so z. B., wie zuerst C. Heider nachgewiesen hat, bei *Hydrophilus*, dann nach eigenen Untersuchungen bei *Melolontha* und *Lina*, dadurch eine Vergrösserung der Leibeshöhle (*Bc*) zu Stande, dass die Wand der Mesoblastsäcke gegen letztere hin durchbricht, und deren Höhlung *Mc* sich mit ihr vereinigt. Das ist nun, wie ich in meiner Arbeit über die Musciden nachgewiesen habe, bei diesen Insecten entschieden anders. Für's Erste kommt es nämlich hier, soviel ich zu erkennen vermochte, überhaupt nicht zu einer Spaltung im Innern des Mesoblasts, und kann somit auch keine Öffnung von Mesoblastsäcken stattfinden. Gleichwohl hebt sich aber auch hier das Darmfaserblatt (Schema 22*df*) vom Hautfaserblatt ab. Dies geschieht nun aber auf die Weise, dass (vergl. 25, Fig. 33—39, Taf. IV) von der Dotterhöhle oder dem Blastocoel aus eine Spalte (*Bc*) in den seitenständigen und hier wulstartig vorspringenden Mesoblast eindringt, und dass sich dann diese Spalte allmälig nach oben ausdehnt. Vergleichen wir diese Spalte des Musciden-Mesoblastes hinsichtlich ihrer Lage und ihrer Beziehung zum Darm- und Hautfaserblatt mit der anfänglich geschlossenen Höhlung der Mesoblastsäcke der andern Insecten, so liesse sich der Unterschied etwa so ausdrücken: Bei den Insecten mit hohlem Mesoblast geht die Spaltung des Haut- und Darmfaserblattes von aussen nach innen (gegen den Dotter hin) vor sich; bei den durch einen höhlenlosen Mesoblast charakterisirten Musciden aber schreitet sie von innen, das ist von der Dotterhöhle oder dem Blastocoel aus nach aussen fort.

VII. Capitel.

Anlage der Extremitäten.

I. Die procephalen oder Urkopfanhänge.

1. Die Antennen.

Hydrophilus und ***Acilius.*** Bezüglich des *Hydrophilus* hat bekanntlich, worauf bereits in einer früheren Arbeit von mir hingewiesen wurde, Kowalevsky (43, Taf. VIII, Fig. 8 u. 9) den Ursprung der Fühler vor den Mund verlegt. An einem isolirten Keimstreif zeigte ich dann (20, Fig. 1 u. 2), dass die Fühleranlagen als nach hinten gerichtete Ausstülpungen am hintern Rand der Kopflappen, also entschieden hinter dem Mund entstehen, und dass sie in jeder Hinsicht, zumal bezüglich ihres Abstandes von der Medianlinie der Reihe der übrigen (folgenden) Gliedmassen angehören, also, um mit Haase (33) zu reden, den letzteren orthostich sind.

Später[1] hat dann Patten (67), ganz unabhängig von mir, dasselbe Verhalten an schon ziemlich entwickelten Keimstreifen von *Acilius* festgestellt und durch eine Reihe sehr schöner Abbildungen (Pl. VII) erläutert.

Gleichwohl sehen wir auf C. Heider's Tafeln (37, z. B. Fig. 7*b*, 8, 9, 10*a*) die Fühleranlagen neben dem Mund, beziehungsweise vor dem Hinterrand des Protocephaleums. Im Texte aber (S. 29, 36, 37) spricht er, unter Hinweis auf die erwähnten, seiner Darlegung zum Theil widersprechenden Abbildungen von der „merkwürdigen" Lage des Mundes vor den Antennenanlagen, und zwar ohne an dieser Stelle meine oder Patten's Darstellung zu erwähnen.[2]

Mustern wir nun, auf die eigenen Untersuchungen übergehend, das Präparat in Fig. 36, das dem in der citirten früheren Arbeit abgebildeten sehr nahe kommt, und viel jünger als das von Patten dargestellte ist. Die Fühleranlagen *at* liegen auch hier eine ganz beträchtliche Strecke hinter dem Mund. Sie erscheinen als mondsichelartige, leistenartige Protuberanzen des hintern Protocephaleumrandes. Hinsichtlich ihrer sonstigen Lage entsprechen sie vollkommen den gnathalen und thoracalen Extremitätenanlagen, z. B. $g_1 a$, indem sie in querer Richtung fast die ganze Breite einer Längshälfte des Urrumpfes einnehmen.

Ein späteres Stadium der Antennenentwicklung zeigt noch Fig. 38. Es entspricht ungefähr dem, das C. Heider in Fig. 10*a* darstellt. Hier erscheint die Basis der Fühler wohl in Folge der vorausgegangenen und durch C. Heider's Figuren gut veranschaulichten Längenverkürzung des ganzen Keimstreifs etwas nach vorne gerückt, sie bleibt aber immerhin noch ein wenig hinter der Mundöffnung, welche letztere sich mir nicht, wie das C. Heider zeichnet, als Querspalte, sondern als kreisrundes Loch darstellt. Hier unterscheidet man an der Fühleranlage auch schon einen breiten proximalen und einen zapfenförmigen distalen Theil, und werden diese Abschnitte durch eine deutliche Einkerbung von einander getrennt.

Lina. Im Gegensatz zu *Hydrophilus*, wo die Fühler die ersten Extremitätenanlagen sind, erscheinen sie hier erst nach den Mandibelanlagen (Fig. 28, Taf. II, $g_1 a$). Man sieht sie zuerst am Präparat Fig. 29 *at*. Ihre Lage ist genau dieselbe, wie bei *Hydrophilus* und überhaupt, wie sich zeigen wird, bei den meisten Insecten. Ferner fällt auch hier ihr Aussenrand mit dem des Urrumpfes zusammen, so dass sie also mit den Anlagen der Urrumpfextremitäten fast in eine Gerade zu liegen kommen. Ihre Spitze aber ist, wie übrigens auch bei *Hydrophilus*, etwas einwärts gegen die Mittellinie gewendet, während die Rumpf-

[1] Meine Arbeit (20) erschien bereits 1887 und nicht, wie Heider citirt, 1888.

[2] Vergl. den zoolog. Anzeiger 1890, Nr. 336.

extremitätenanlagen und vor Allem jene der Vorder- ($g_1 a$) und Mittelkiefer ($g_2 a$) mehr lateralwärts gerichtet sind.

Eben so wie bei *Hydrophilus* kommen aber die Fühler bei der Längenverkürzung des Keimstreifs weiter nach vorne, an die Seite des Mundes (Fig. 30) zu liegen, und rücken später noch weiter dorsalwärts. Jedenfalls ist also auch hier der postorale Zustand das primäre und der epi-, beziehungsweise präorale das secundäre Verhalten.

Melolontha. Hier eilt, wie Fig. 56, Taf. V (= 20, Fig. 15*) lehrt, die Anlage der Antennen *at* derjenigen der übrigen Gliedmassen sehr bedeutend voraus. Aber auch in diesem Falle stehen sie wieder hinter der Mundöffnung. Im Vergleich zu dem namentlich in der Gnathalregion anfangs auffallend schmalen Urrumpf liegt ihr Ursprung etwas mehr abseits, jedoch sind sie immerhin vom Seitenrand der breit ausgezogenen Kopflappen weit entfernt. Auch sind die Spitzen der Anlagen stärker medianwärts gerichtet.

Am ältern Keimstreif in Fig. 57 (= 20, Fig. 15) liegt die Basis der Antennen *at* noch immer etwas ausserhalb der Reihe der übrigen Gliedmassen, jedoch findet später eine allmälige Annäherung statt.

Orthoptera. Die erste Darstellung eines isolirten Orthopteren-Keimstreifs, und zwar von *Mantis*, gab ich in Fig. 1 meines Insectenbuches (17). Man ersieht daraus, dass hier die Antennen gleichfalls vom Hinterrande der Kopflappen, und zwar genau entsprechend der Längsreihe der Urrumpfgliedmassen, beziehungsweise also an der Basis der Kopflappen entspringen. (Vergl. auch Fig. 143.)

Ayers gebürt das Verdienst, bei *Oecanthus* zuerst eine genaue Darstellung der allerersten Anfänge der Fühler gegeben zu haben. Aus den zahlreichen einschlägigen und völlig naturgetreuen Abbildungen (z. B. Pl. 18, Fig. 5, 8, 11, 13, 15 etc.) geht auf's Klarste hervor, dass die Fühler aus Ausstülpungen am Hinterrand der Kopflappen und in einem beträchtlichen Abstand hinter dem Mund entstehen.

Ferner gab Packard in einer selten erwähnten hübschen Arbeit (63) eine Darstellung der Fühler und Mundtheile bei einem Acridier (*Caloptenus spretus*), die indessen, weil sie ein sehr vorgeschrittenes Stadium mit schon weit dorsalwärts verschobenen Fühlerwurzeln betrifft, für unsere Untersuchung nicht in Betracht kommt.

Eine sehr anschauliche Darstellung der ersten Fühleranlage verdanken wir dann Cholodkowsky in Bezug auf *Blatta*. Sie gleicht vollständig derjenigen, welche Ayers für *Oecanthus* nachgewiesen hat. Die Fühler sind (vergl. Fig. 2, 4, 5, 7 und 8) lappenartige, und zwar sehr breite Auswüchse am Hinterrand der Kopflappen und (vergl. Fig. 7) hinter der queren Mundspalte. Hier, sowie bei *Oecanthus*, geht ferner die Anlage der Fühler der der anderen Gliedmassen voran.

Wir mustern nun kurz die einschlägigen, auf Taf. VI und VII dargestellten Zustände bei *Stenobothrus*.

Die allererste Andeutung finden wir in Fig. 79, also zu einer Zeit, wo von den übrigen Gliedmassen noch keine Spur zu sehen ist und der Mesoblast des Urrumpfes noch gar keine Mikrosomiten zeigt. Die Fühleranlagen *at* erscheinen hier als relativ kleine halbkugelige Ausstülpungen, und zwar in dem Winkel, den die Seitenränder des Urrumpfes mit dem Hinterrand der lateralwärts weit vorspringenden Kopflappen bilden. Im nächsten Stadium Fig. 80 erscheinen sie etwas nach vorne und zugleich medianwärts verschoben, und zwar so, als ob sie in die genannte Nische hineingedrückt worden wären. Aber auch in dieser Position liegen sie noch ziemlich weit hinter der Mundöffnung. Später (vergl. Fig. 83—86) nehmen sie allmälig die Form eines Zapfens an und kommt ihre Wurzel an die Seite des Mundes zu liegen. Speciell die Figuren 80 und 85 lassen ferner u. A. noch deutlich erkennen, dass sie in jeder Hinsicht der Reihe der übrigen Gliedmassen angehören.

Lepidoptera. Die erste deutliche Abbildung über die Fühleranlage dieser Insecten gibt Kowalevsky (43) Taf. XII, Fig. 8 betreffs des *Sphinx populi*. Die Fühleransätze erscheinen hier ursprünglich nicht am Hinterrand, sondern in der Mitte der Kopflappen und genau an den Seiten des Mundes.

Dagegen finden wir in Tichomirof's Holzschnitt (Fig. 24) bei *B. mori* diese Gebilde zwar nicht am Kopflappenhinterrand selbst (die Zeichnung ist hier übrigens etwas verschwommen), aber doch in seiner näch

sten Nähe und entschieden hinter dem Munde, eine Stellung, die sie auch noch in einigen späteren Stadien (Fig. 25, 26) behaupten.

Nach meinen eigenen Untersuchungen ist nun zunächst bei *B. mori* die Lage der Fühleransätze fast ganz genau dieselbe, wie bei *Stenobothrus* und den meisten übrigen von mir untersuchten Insecten, und brauche ich diesfalls nur auf die Figuren 107 und 108 zu verweisen.

Das gleiche Verhalten zeigen aber auch die anderen Schmetterlinge, wie denn z. B. bei *Zygaena* (Fig. 109) und bei *Pieris* (Fig. 101) ihre Stellung ganz am Hinterrande der Kopflappen und weit hinter der Mundöffnung auf das Unzweideutigste hervortritt. Dagegen liegen die ersten Fühleransätze bei *Gastropacha* ein wenig vor dem Hinterrande des Protocephaleums.

Hymenoptera. Mit Rücksicht darauf, dass wir von diesen Insecten bisher gar keine Darstellung eines isolirten Keimstreifs besitzen, dürfte die in Fig. 133 gegebene Zeichnung eines solchen wohl nicht unwillkommen sein. Was nun die Fühleranlagen betrifft, so ist ihr Verhalten wieder genau das schon wiederholt geschilderte. Sie treten anfänglich am Hinterrande des Urkopfes hervor, der hier nur eine geringe Breite erreicht. Erst später (Fig. 134 und 135 *f*), wenn die Kopflappen sich sowohl seitlich als nach hinten hin weiter ausbreiten, liegen die Fühler vom Seitenrand des Urkopfes weiter entfernt und werden zugleich nach hinten hin von hornartig ausgezogenen Fortsätzen (Fig. 134 u. 135) der Kopflappen überragt.

Mit Rücksicht auf dieses Verhalten möchte ich glauben, dass die abweichenden Angaben Grassi's hinsichtlich der *Apis*-Fühler („stanno fuori della linea degli arti boccali"), nach der diese (Taf. III, Fig. 9) mehr lateralwärts als die Anlagen der Kiefer lägen, sowie jene Will's (77) bezüglich der Aphiden-Antennen (S. 269) noch einer genaueren Prüfung zu unterziehen sind.

2. Die Oberlippenanlage und andere präantennale Fortsätze.

Noch viel weniger brauchbare Angaben als über den Ursprung der Antennen liegen bisher über die ersten Zustände der Oberlippe und über die praeoralen Anhänge überhaupt vor.

Diese Daten sind, nach der Zeit geordnet, und wenn wir vorläufig nur die neueren anführen, in Kürze folgende.

Es hat zuerst Kowalevsky bei *Hydrophilus* (S. 38) hervorgehoben, dass die Oberlippe „ein deutliches paariges Organ" darstellt. Aus den einschlägigen Abbildungen Fig. 10—12 geht aber hervor, dass er diese Gebilde erst in einem relativ späten Stadium kennen lernte, wo sie schon (Fig. 10) zu einer rundlichen, den Mund grösstentheils verdeckenden Platte verwachsen sind, wobei allerdings noch aus einer medianen Längsfurche mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf die Entstehung dieser deckelartigen Platte aus zwei symmetrischen Theilen geschlossen werden kann.

Das Verdienst, die wirklichen Primitivanlagen der Oberlippe nachgewiesen zu haben, ist Tichomirof zuzuschreiben. Wir sehen ihre ersten Spuren an seinem Holzschnitt Fig 24 als ziemlich weit von einander abstehende und mit der Spitze nach vorne gekehrte Höcker an dem in der Mitte stark eingebuchteten Vorderrand des Urkopfes. Hiezu sei gleich noch bemerkt, dass die Distanz zwischen diesen paarigen Labralanlagen etwas kleiner ist als jene der Fühler, oder dass sie mit anderen Worten im Vergleich zu den Reihen der postoralen Gliedmassen schon bei ihrem ersten Auftreten entostich (vergl. Haase 33) erscheinen.

Bald nachher (Fig. 25 und 26) nehmen die erwähnten gerade nach vorwärts gerichteten Höcker noch etwas an Länge zu, wobei sie sich zunächst mit ihren Basaltheilen nähern. Durch eine weitere, ganz an die Verschmelzung der Unterlippenhälften erinnernde Annäherung der beiden Theile entsteht dann als secundärer Zustand eine einheitliche, anfangs vorne noch ausgebuchtete und etwas über den Vorderrand des Urkopfes hinausragende Platte (Fig. 27—29), die sich schliesslich mit dem freien vorderen Ende etwas umbiegt und so zum obern unpaarigen Munddeckel wird.

Sehr beachtenswerth ist nach Grassi's an Bütschli (7, vergl. z. B. Fig. 17 und 18 *vk*) sich anschliessenden Darstellung (S. 41) die Oberlippenbildung der Biene. Hier ragt in der Mitte des Vorderrandes

(Taf. III, Fig. 4 *lpr*) ein unpaarer Höcker (lobo procephalico) hervor, der später eine wieder rasch verschwindende, auch auf Bütschli's Figuren sichtbare mittlere Einbuchtung bekäme.

Unpaarig erscheint auch nach Ayer's Figuren die erste Oberlippenanlage bei *Oecanthus* (vergl. Pl. 18, Fig. 9 und 14), während sie nach Korotneff bei *Gryllotalpa* (Fig. 6) wenigstens in den späteren Stadien eine deutliche Längsfurche zeigt.

Ich selbst machte dann (20) zunächst Tichomirof's Angaben bei den Schmetterlingen bestätigende Beobachtungen betreffs *Gastropacha* und ferner noch solche bei *Hydrophilus*. Hier fand ich (Fig. 2) in einem Stadium bald nach dem Auftreten aller anderen Gliedmassen am vordern Urkopfrand ein Paar nahe bei einander stehende hornartige, also ziemlich lange frei nach vorne ragende Fortsätze, die in auffallender Weise an die paarigen Labralanhänge der Schmetterlinge erinnern, nur dass sie etwas länger und schlanker sind.

Eine schöne Bestätigung dieser meiner Befunde bei *Hydrophilus* ergibt sich dann aus der schon früher citirten bedeutsamen Abhandlung Patten's (67). Wir sehen da u. A. in Fig. 2, Pl. VII, bei einem *Acilius* die paarigen Labralanlagen noch völlig getrennt und ferner in den folgenden Figuren mehrere Stadien, an denen die Art der Verwachsung sehr anschaulich dargestellt ist.

C. Heider lässt die Oberlippenanlage von *Hydrophilus* ganz unbesprochen, während auf dessen mit den Tafelabbildungen zum Theile im Widerspruch stehenden Zinkographie Fig. 2, S. 37, ein Paar Höckerchen dargestellt sind.

Ich wende mich nun zu meinen neuen Untersuchungen, wobei wir zunächst im Anschluss an Tichomirof das Verhalten der Schmetterlinge in's Auge fassen wollen.

Man beachte da vor Allem den bisher ganz unbekannten Zustand von *Pieris* in Fig. 98. Hier sieht man in der Mitte des Vorderrandes, bei *y*, und zwar sehr deutlich, einen unpaarigen Fortsatz. Dieser unpaarige Mittelhöcker verschwindet aber in den nächsten Stadien (Fig. 100 und 101) wieder ganz, und da sich an seiner Stelle später sogar eine Einbuchtung zeigt, kommt es mir unwahrscheinlich vor, dass er mit den erst viel später auftretenden paarigen Labralanlagen (Fig. 102 *lr*) in näherer Beziehung stehe. Ich werde in dieser Auffassung noch durch den Umstand bestärkt, dass, wie Fig. 98 und 99 lehren, neben dem primären Urkopfmittelhöcker bereits (mitunter freilich sehr undeutliche) paarige Unterblattheile (*x*) vorkommen, die man mit Rücksicht auf ihre Lage wohl mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit den paarigen Labralanlagen zurechnen darf.

Was nun die letzteren, und zwar zunächst bei *B. mori* (Fig. 107 und 108) betrifft, so ist Tichomirof's Darstellung zwar nicht ganz, aber doch im Wesentlichen richtig. Eine öfter zu beobachtende, ihm entgangene Eigenthümlichkeit ist u. A. die, dass sich die Spitzen der noch weit getrennten Labralhälften (Fig. 108) gegen einander neigen. Im Übrigen zeigen die einzelnen untersuchten Gattungen, wie *Pieris* (Fig. 102), *Gastropacha* (Fig. 103) und *Zygaena* (Fig. 109) mancherlei aus den Zeichnungen ersichtliche feinere Eigenthümlichkeiten. Fig. 104 zeigt die Oberlippe im Stadium der Verschmelzung, Fig. 105 als schon ganz einfache unpaarige Platte.

Wenden wir uns nun zu den Käfern, und zwar zunächst zu *Lina*, so bietet uns Fig. 29, Taf. II, ein Stadium, wo die paarigen und durch eine breite Lücke getrennten Labralanhänge in geradezu überraschender Weise mit dem Verhalten der Schmetterlinge (vergl. besonders Fig. 108) übereinstimmen. Auch lehrt das unmittelbar vorhergehende Stadium Fig. 28, dass diesem primären paarigen Zustand kein unpaariger, sondern vielmehr eine mittlere Einbuchtung am Urkopfvorderrand vorhergeht. Im Stadium Fig. 30 ist (vergl. auch 20, Fig. 7) die proximalwärts beginnende Verwachsung zu sehen, während Fig. 15 diese Theile in ihrer natürlichen Lage am lebenden Keimstreif veranschaulicht.

Bezüglich der ersten Oberlippenanlage von *Hydrophilus* gelang es mir nur ein einziges neues Präparat zu gewinnen, das in Fig. 38 abgebildet ist. Es steht dem oben besprochenen nahe. Fraglich bleibt es, ob in früheren Stadien die beiden horn- oder stielartigen Labralanhänge etwas weiter von einander abstehen und ob sie als Theile der Kopflappen oder schon von vorneherein als vorherrschend mediane Gebilde aufzufassen sind.

Was *Stenobothrus* anbetrifft, so habe ich an vielen Keimstreifen die Labralanlagen ganz vergebens gesucht; an einigen (Fig. 80 und 81) glaubte ich aber doch ein Paar kleine Höckerchen unterscheiden zu können. Besonders deutlich waren sie am Präparat Fig. 83. Das Auffallendste ist aber dies, dass der paarige Primärzustand sehr rasch in jenen übergeht, wo, wie in Fig. 84, die Oberlippe schon eine ganz einheitliche, fast kreisrunde Platte bildet.

Ganz eigenthümliche, aber noch genauer zu studirende Verhältnisse fand ich bei *Hylotoma* an den Keimstreifen Fig. 133—135. Während im Stadium Fig. 133 der Vorderrand des Urkopfes ganz glatt erscheint, sieht man im Stadium Fig. 134, von den Fühlern *at* abgesehen, jederseits vier mehr oder weniger distincte Ausstülpungen. Davon liegt eine, die im nächsten Stadium (Fig. 135) noch stärker hervortritt (*f*) hinter und lateralwärts von den Antennen, eine zweite (*y*) etwas vor den letzteren, und zwar dort, wo der Seitenrand der Kopflappen in den Vorderrand übergeht, dann eine dritte (*x*) in Form eines schmalen Zipfels in der Mitte des Vorderrandes (jeder Urkopfhälfte), und endlich eine vierte mehr medianwärts, und zwar ungefähr dort, wo bei anderen Insecten die Labralanhänge sich vorfinden.

Von diesen verschiedenen Kopflappenfortsätzen dürften vielleicht trotz gewisser Abweichungen die mit *y* bezeichneten präantennalen Gebilde den von Bütschli bei *Apis* in Fig. 17 und 18 mit *kwa* und von Grassi in den Fig. 8, 9, 16, 17, Tav. III, mit *atn* bezeichneten Protuberanzen entsprechen. Grassi betrachtet sie S. 42 als erstes, aber bald wieder verschwindendes Kieferpaar. Bütschli dagegen fasst diese zuerst von ihm entdeckten *Apis*-Anhänge S. 538 „als ein Paar innerer Antennen" auf, bemerkt aber noch, dass sie später „eine Art Unterlippe" bilden. Letztere Deutung würde nun allerdings auf die in Rede stehenden *Hylotoma*-Höcker (*y*) nicht passen, denn diese könnten, wenn eine solche Vergleichung überhaupt zulässig wäre, wohl nur als vordere Fühler bezeichnet werden, wofür man allerdings auch die mit *x* markirten Fortsätze halten könnte. Ich möchte es vorziehen, beiderlei Gebilde vorläufig als präantennale Höcker zu determiniren.

3. Vergleichung der Urkopfanhänge, Segmentirung des Gehirns.

Ziehen wir zunächst die Antennen in Betracht, so kann man auf Grund des oben Mitgetheilten vorläufig mit voller Sicherheit behaupten: erstens, dass es postorale Gebilde sind, und zweitens, dass sie hinsichtlich ihrer übrigen Lage und ihrer Entstehungsweise vollkommen mit den übrigen Anhängen (des Hinterkopfes, beziehungsweise des Rumpfes) übereinstimmen. Das Ergebnis unserer Untersuchungen ist somit eine Widerlegung der Anschauung Balfour's (2, I., S. 387), nach welcher diese Theile „eher mit den paarigen Fortsätzen des präoralen Lappens der Chaetopoden zu vergleichen" wären, und eine volle Bestätigung der Anschauungen von Patten in Bezug auf jene Insecten, die dieser Forscher nicht selbst untersucht hat.

Wir wollen nun der naheliegenden Frage näher treten, wie sich die Antennen der Insecten zu denen anderer Arthropoden und speciell der Krebse verhalten. Gehen wir in dieser Beziehung zunächst von der freilich erst hinsichtlich ihrer Richtigkeit zu beweisenden Voraussetzung aus, dass die Antennen der Insecten überhaupt einem der zwei Paare der Krebsantennen homolog sind, so kann nach dem, was wir über die erste Anlage der letzteren wissen, wohl kaum ein Zweifel sein, dass sie dem hintern Paar der Krebsfühler entsprechen, eine Anschauung, der speciell auch Patten Ausdruck verleiht. Wir sehen nämlich z. B. an den entsprechenden Abbildungen Reichenbach's bezüglich des Flusskrebses (eine Copie davon findet man u. A. in Lange's Lehrbuch d. vergl. Anatomie. Jena 1888, S. 413), dass die Anlagen der Vorderantennen neben, die der Hinterantennen aber, ganz wie bei den Insecten, entschieden hinter dem Munde liegen. Damit ist aber, ich wiederhole dies, noch keineswegs der volle Beweis einer wirklichen Homologie der Insecten- und der hinteren Krebsantennen erbracht, denn es können ja immerhin, wie u. A. Kennel (41, II., p. 200) andeutet, lediglich convergente Gebilde sein.

Was dann die paarigen Labralanlagen betrifft, so scheint mir eine nähere Vergleichung dieser Theile mit wirklichen Gliedmassen anderer Arthropoden noch viel bedenklicher zu sein. Eine solche Homologisirung hat

u. A. im Anschluss an Balfour (2, I., S. 387, Anm.) Patten versucht, indem er die Labralanlagen geradezu als „erstes Antennenpaar" bezeichnet, eine Ansicht, der auch ich früher (20) das Wort geredet habe.

Diese Anschauung lässt sich aber meines Erachtens nicht wohl mit den thatsächlichen Verhältnissen in Einklang bringen und erlaube ich mir in aller Kürze Folgendes hervorzuheben. Patten's Hypothese steht vor Allem mit der Thatsache in Widerspruch, dass bei gewissen Krebsen — ich habe zunächst wieder Reichenbach's Befunde vor Augen — die Anlagen der Crustaceen-Vorderfühler neben dem Munde und im unmittelbaren Anschluss an die Hinterfühler liegen, während die Labralgebilde der Insecten vor dem Munde sich befinden und auch durch ihre sonstige Stellung sich wesentlich von den Anlagen der Crustaceen-Vorderfühler unterscheiden.

Die weitere Besprechung setzt zunächst eine kurze Orientirung über die primäre Gliederung des Urkopfes, beziehungsweise des Gehirns der Krebse und Insecten voraus. Nach Reichenbach läge die Sache beim Flusskrebs so: Es wären, wenigstens mit Rücksicht auf die Gehirnmasse, drei Segmente mit je einem Paar von Anhängen vorhanden. Wir haben erstens ein vorderes Segment. Es ist bestimmt durch das Ganglion opticum und durch die auch in der Anlage als wirkliche Anhänge sich zeigenden Augenknospen. Wir wollen es deshalb auch das Ocularsegment nennen. Dann kommt ein mittleres Segment, das die sogenannte vordere Hirnanschwellung enthält und als Anhänge die Vorderfühler trägt. Ich nenne es das praeantennale Segment. Endlich haben wir das hintere oder postorale Segment, innen mit der sogenannten seitlichen Hirnanschwellung und aussen mit den Hinterfühlern, das Postantennalsegment.

Hätten wir nun die Oberlippenanlage der Insecten in dieses Urkopfschema des Flusskrebses einzutragen, so müssten wir ihm seine Stelle entschieden im ersten Segment, und zwar zwischen den Augenanlagen anweisen, d. h. es würde sich die Insecten-Oberlippenanlage im Vergleich zu den eigentlichen Gliedmassen als vorherrschend mediane Bildung erweisen. Auch will ich gleich hier noch daran erinnern, dass ja die beiden Labralfortsätze der Insecten ursprünglich im Gegensatz zu den lateralwärts gerichteten Anlagen der Crustaceen-Vorderfühler ganz entschieden mit ihrem Distaltheil nach vorne gerichtet sind.

Nun hat allerdings Patten zunächst für *Acilius* den, wie mir scheint, ganz überzeugenden Nachweis gebracht, dass hier die Augen nicht wie beim Flusskrebs als Anhänge des vordersten Urkopfsegmentes aufgefasst werden dürfen. Nach Patten zerfällt nämlich das Gehirn von *Acilius* beiderseits in drei hinter einander liegende Segmente, die man vielleicht zweckmässig als Pro-, Meso- und Metaëncranion unterscheiden könnte. Was nun das Augenganglion betrifft, so sondert sich dieses nach Patten gleichfalls wieder in drei hinter einander liegende und die Hirnsegmente derart begleitende Abschnitte, dass jedes der drei Augenganglien als Seitentheil eines Hirnsegmentes erscheint.

Nehmen wir nun einmal, was aber, wie ich glaube, keineswegs richtig ist, an, dass die Gliederungsverhältnisse des Urkopfes wirklich bei den meisten Insecten so wären, wie sie Patten darlegt, so dürfte man doch meines Erachtens daraus nicht den Schluss ziehen, dass die Insectenoberlippe dem vordern Crustaceen-Antennenpaar entspreche, sondern man müsste gerade im Hinblick auf die grosse Verschiedenheit in der Anordnung der Augenganglien zwischen den Krebsen und Insecten zum Schlusse kommen, dass für eine exacte Vergleichung zwischen den Krebs- und Insectenkopfanhängen die nöthige Grundlage fehlt.

Patten's Darstellung der Gliederung des *Acilius*-Hirns hat aber, wie ich nun zeigen will, keineswegs für alle Insecten Giltigkeit.

Zunächst scheinen schon, wie ich bereits in meiner vor Patten's Abhandlung erschienenen Polypodie-Arbeit (20), und zwar in der Fig. 1 *kl* andeutete, die Verhältnisse bei dem so nahe verwandten *Hydrophilus* beträchtlich anders zu liegen. Am besten meiner einschlägigen Präparate, das ich in Fig. 36 mit der grössten Sorgfalt wiederzugeben versuchte, sehe ich Folgendes: Der procephale Abschnitt der neuralen Seitenstränge ist hier beträchtlich breiter und dicker und lässt in der Längsrichtung drei mit h_1, h_2, h_3 bezeichnete Segmente unterscheiden, die in ihrem Aussehen ganz bedeutend von den durch Patten abgebildeten abweichen.

Ausserdem sieht man noch seitlich eine nierenförmige Masse *ag*, die offenbar dem Augenganglion entspricht. Letzteres erscheint hier aber bis auf eine kleine Einbuchtung ungegliedert und fehlt insbesondere ein Theil, der dem vordersten Lappen des Patten'schen G. opticum verglichen werden könnte.

Nebstdem muss ich aber bemerken, dass es mir bisher bei mehreren anderen Insecten, so z. B. bei *Lina*, *Stenobothrus* und *Mantis*, wo ich nach einer ähnlichen Gliederung forschte, nicht gelungen ist, eine wirkliche Segmentirung wahrzunehmen. Auch müsste diese z. B. bei *Melolontha*, wenn sie in späteren Stadien vorkäme, entschieden als eine secundäre Erscheinung angesehen werden, da ich z. B. am Keimstreif in Fig. 57, wo der Bauchstrang bereits deutlich segmentirt ist, das Gehirn *og* noch völlig ungegliedert fand.

Zu diesen Schwierigkeiten der Vergleichung der Insectenoberlippe mit den vorderen Krebsantennen kommen aber noch andere. Wenn wir nämlich auf Grund der Dreitheilung des *Acilius*- und *Hydrophilus*-Gehirnes auch annehmen wollten, dass einmal jedes der drei entsprechenden Urkopfsegmente ein Paar Anhänge besessen habe, so müsste ja deshalb eines dieser fehlenden zwei Paare nicht gerade die Oberlippe sein. Ich denke hiebei speciell an das Verhalten von *Hylotoma*, wo wir am Rand der Kopflappen ausser den Oberlippenanlagen noch andere höckerartige Fortsätze bemerken. Auch darf man nicht ausser Acht lassen, dass die Oberlippe beispielsweise bei der Biene nach den bisherigen Angaben aus einer unpaarigen Mediananlage hervorgeht und sonach mit gliedmassenartigen Gebilden wohl kaum vergleichbar ist.

II. Die gnathalen und thoracalen Anhänge.

In Bezug auf die Anlage dieser Anhänge will ich nur, und zwar unter Beschränkung auf die von mir selbst genauer untersuchten Insectenformen einige wenige Bemerkungen machen.

Was uns bei der Vergleichung dieser Anlagen bei verschiedenen Insecten zumeist auffällt, ist der von mir bereits in einer früheren Arbeit (20) hervorgehobene Umstand, dass sie am betreffenden Stammabschnitt zum Theile eine sehr ungleiche Lage einnehmen. Während sie z. B. am Präparat Fig. 36 von *Hydrophilus* und am Keimstreif Fig. 133 von *Hylotoma* (bei letzterer Form mit Ausnahme der Mandibelanlagen $g_1\,a$) alle am hinteren Rand der Stammsegmente hervorbrechen, sehen wir sie z. B. am Keimstreif von *Stenobothrus* in Fig. 84, durchaus (auch mit Einschluss der abdominalen Anhänge a_1, a_2) vom Seitenrande ausgehen. Dieser Thatsache habe ich nun in meiner Polypodiearbeit dadurch einen bestimmten Ausdruck verliehen, dass ich die letzteren Anlagen als seitenständige oder pleurostatische den ersteren hinterständigen oder opisthostatischen gegenüberstellte.

Ausserdem hatte ich seinerzeit noch (20) unter Zugrundelegung eines schon ziemlich weit vorgeschrittenen *Gastropacha*-Keimstreifs, sowie im Anschluss an die Abbildungen von Lepidopteren-Keimstreifen seitens Kowalevsky's solche Anlagen, die vorherrschend in der Mitte der Segmenthälften entspringen, als mittelständige oder mesostatische unterschieden, eine Bezeichnung, die mir auch z. B. für die Anlagen der hinteren Gnathal- und sämmtlicher Thoracalanhänge gewisser Schmetterlinge (vergl. *Pieris*, Fig. 101, sowie *B. mori*, Fig. 107) bis zu einem gewissen Grade noch immer anwendbar erscheint.

Hiezu sei noch bemerkt, dass man die Anlagen der Oberlippe zumal mit Rücksicht auf den Ort der Entstehung und auf die Richtung des Wachsthums der entschieden opisthostatischen Antennen sonder Zweifel als vorderständige oder prostatische Gebilde aufzufassen und zu benennen hat.

Nun ist aber zunächst noch zu erwähnen, dass C. Heider (37) hinsichtlich des *Hydrophilus* leugnet, dass die in Rede stehenden Anlagen ursprünglich wirklich zuerst am Segment-Hinterrande auftreten. „Sie entspringen nicht — sagt er S. 36 — vom hinteren Rande des Segmentes selbst, sondern ihre erste Anlage macht sich schon als eine schwach angedeutete Vorwölbung der Fläche des Segmentes bemerkbar.... Die erste Anlage der Extremitäten ist demnach eine ganz undeutlich begrenzte Vorwulstung der Segmentoberfläche." Dagegen lässt C. Heider wieder S. 39 blos „die ganze hintere Hälfte" an der Vorwulstung participiren.

Übrigens hat C. Heider auf keiner seiner Figuren die von mir in Fig. 1 der Polypodiearbeit und in Fig. 36 der vorliegenden Abhandlung dargestellte erste Anlage abgebildet, und ich zweifle auch sehr, ob man diese

mittelst der C. Heider'schen Methode, d. i. beim Studium des geschälten und gehärteten Eies überhaupt mit der entsprechenden Genauigkeit erkennen kann. An unserem Präparat aber — ich habe von einem ähnlichen Studium auch Querschnitte — kann von einer mit der Extremitätenbildung in Zusammenhang stehenden Vorwölbung der „hinteren Segmenthälfte" kaum die Rede sein, denn die ersten Extremitätenanlagen erscheinen hier als leistenartige Verdickungen des Hinterrandes, hinter welchen, wovon C. Heider gar nichts erwähnt, die intersegmentale Zone ausserordentlich verdünnt, ja bei schwacher Vergrösserung wie durchbrochen erscheint. Auch sieht man auf der oft citirten Fig. 1 der Polypodiearbeit, dass, was C. Heider gleichfalls unerwähnt lässt, hinter dem erwähnten verdünnten Intersegmentalstreifen stellenweise auch der Vorderrand ein wenig aufgewulstet erscheint.

Ferner liegen die ersten in Fig. 36 bei g_3a bis th_3a sichtbaren Höckerchen keineswegs, wie solches C. Heider S. 36 angibt, „zunächst den Primitivwülsten", sondern fast genau in der Mitte des Hinterrandes jeder Segmenthälfte. Auch „treten die Anlagen der Mundtheile, der Thoraxextremitäten und des Extremitätenrudimentes am ersten Abdominalsegment nicht sämmtlich mit einem Schlage und vollkommen gleichzeitig auf." Das Präparat Fig. 36 zeigt nämlich, obwohl die Anlagen der später zur vollen Entfaltung gelangenden Urrumpfanhänge schon deutlich sind, noch keine Spur eines Abdominalappendix.

Ich komme nun zu der bereits in meiner Polypodiearbeit aufgeworfenen Frage, ob die Differenz der Lagerung speciell zwischen den end- und seitenständigen Extremitätenanlagen, eine Differenz, die C. Heider S. 81 eine „scheinbare" nennt, ob diese, sage ich, nicht vielleicht eine strenge Homologisirung der betreffenden heterotop sich anlegenden Gliedmassen verbietet. Während mir seinerzeit in dieser Hinsicht wirklich Zweifel aufstiegen, bin ich gegenwärtig der Ansicht, dass wir die betreffenden Homologie ziemlich ruhig annehmen dürfen. Zu dieser Auffassung brachte mich weniger C. Heider's Einwurf, als vielmehr die inzwischen von mir bei verschiedenen Insecten gemachte Erfahrung, dass es zwischen den seiten- und endständigen Anlagen wirklich zahlreiche Übergänge gibt. Ich verweise in dieser Hinsicht zunächst auf den *Lina*-Keimstreif in Fig. 29. Hier sehen wir, von den Mandibeln (g_1a) nach hinten fortschreitend, in der That eine ganze Reihe von Übergängen zwischen der schon in der ersten Anlage (Fig. 28 g_1a) rein seitenständigen und der ausgesprochen endständigen Anlage th_3a. Ähnlich ist es auch bei *Pieris* in Fig. 101, dann bei *B. mori* in Fig. 107, sowie bei *Hylotoma*. Fig. 133, bei welcher letzteren Form im Gegensatz zu den folgenden rein hinterständigen Gliedmassen wenigstens die Mandibeln (g_1a) seiten-hinterständige Anlagen aufweisen.

Unter der Annahme, dass die gleichbezeichneten Urrumpfanhänge der verschiedenen Insecten einander wirklich vollständig homolog sind, hätten wir uns dann, so meine ich, die Divergenz ihrer jetzigen Anlagen etwa so zu denken. Zunächst müsste meiner Ansicht nach wohl vorausgesetzt werden, dass die homologen Gebilde ursprünglich auch völlig homotope Anlagen hatten, wobei freilich noch zu untersuchen wäre, ob diese hinter-, seiten- oder mittelständig war. Die heutige Divergenz der ursprünglich homotopen Anlagen müsste aber — so denke ich — jedoch ohne Anderen meine Ansicht aufdrängen zu wollen, durch die bekanntlich ausserordentlich verschiedene Anpassung der vollendeten Gliedmassen erklärt werden.

Untersuchen wir nun einen anderen Punkt, nämlich das Verhalten der Gliedmassenanlagen in ihrer Aufeinanderfolge. Wie zum Theile schon aus dem Früheren hervorgeht, zeigen sich in dieser Beziehung bei den verschiedenen Insecten sehr erhebliche Unterschiede. Wir kennen zunächst Formen, bei denen die ersten Anlagen der thoracalen und gnathalen Extremitäten vollständig gleich ist. Dies ist z. B. der Fall bei *Hylotoma*, Fig. 133, und *Hydrophilus* Fig. 36, wo alle Anhänge, mit Ausnahme der Mandibeln, eine hinterständige Anlage haben, sowie ferner bei *Stenobothrus* Fig. 84, wo sie und zwar in ganz ähnlicher Weise wie bei *Peripatus* (vergl. Kennel, I. Th., Fig. 29) alle genau seitenständig sind. Dabei stimmen ferner die gnathalen und thoracalen Anlagen vielfach auch in ihrer Grösse und hinsichtlich ihres Abstandes von der Medianlinie so sehr überein, dass sie geradezu als identisch bezeichnet werden können.

Diese Thatsache scheint mir insoferne interessant zu sein, als sie die Annahme möglich macht, dass bei den Vorfahren der Insecten die Grenze zwischen dem Kopf und dem Thorax eine ganz andere

gewesen sein kann wie gegenwärtig. Jedenfalls ist es mit Rücksicht auf dieses ontogenetische Verhalten sehr wohl denkbar, dass bei den Urinsecten Urrumpfanhänge, welche heute als Beine fungiren, als Kiefer verwendet wurden und umgekehrt, und dürfen wir dies umsomehr annehmen, als ja ein solches Vicariren gnathaler und podaler Gliedmassen auch noch bei den heute lebenden Arthropoden vielfach zu beobachten ist.

Andererseits tritt freilich bei vielen Insecten zwischen den gnathalen und thoracalen Anhängen schon sehr frühzeitig ein höchst auffallender Gegensatz hervor. Ich verweise in dieser Beziehung zunächst auf den *Zygaena*-Keimstreif in Fig. 109. Während hier nämlich die ersten Beinknospen (th_1a, th_3a) alle hinterständig sind, springen die Kieferansätze (g_1a . . g_3a), und zwar alle in gleicher Weise seitwärts hervor. Letztere Lage fällt aber besonders bei den Hinterkiefer- oder Unterlippenanlagen auf, da sich diese ja später in gerade umgekehrter Richtung, d. i. medianwärts wenden (vergl. Fig. 104 und 105 g_3a).

Sollte in dieser auffallenden, an *Peripatus* erinnernden Seitenstellung der Kieferanlagen gewisser Insecten (vergl. auch *Stenobothrus*) vielleicht doch noch ein altererbtes Verhalten zum Ausdruck gelangen, dann müsste wohl der pleurostatische Zustand als der primäre gelten. Leider geben die Darstellungen Cholodkowsky's über die Gliedmassenanlagen von *Blatta* kein ganz klares Bild, um die Frage zu entscheiden, inwieweit letztere dem pleurostatischen Zustand mancher anderen Orthopteren (man vergl. speciell auch Ayers' Bilder von *Oecanthus*) sich nähern.

Eine grössere Annäherung an den definitiven Zustand, als man sie in den eben besprochenen Fällen beobachtet, sehen wir unter Anderem am *Lina-Protosoma* in Fig. 29. Es sind hier namentlich die Unterlippenanlagen (g_3a), die, entsprechend ihrer späteren Stellung, schon von allem Anfang weiter medianwärts liegen als die übrigen Kieferansätze.

Hier mag dann auch noch zum Schlusse erwähnt werden, dass die auffallend frühe Erscheinung der Mandibelanlagen gewisser Insecten (vergl. Fig. 28 g_1a), mitunter wenigstens wohl, wie dies auch C. Heider hervorhebt, durch die starke Entfaltung ihres Endzustandes bedingt sein dürfte. Andererseits ist freilich nicht zu läugnen, dass gewisse andere Fälle, wie z. B. das verspätete Auftreten der Mandibeln bei *Oecanthus* (vergl. Ayers' Pl. 18, Fig. 8), eine solche Anschauung gerade nicht zu unterstützen geeignet sind.

III. Die abdominalen Ventralanhänge.

1. Kurze Skizze der bisherigen Angaben.

Diese Anhänge und speciell diejenigen, welche sich den normal entwickelten Vorderrumpfgliedmassen zunächst anschliessen, und welche hier hauptsächlich in Betracht gezogen werden sollen, wurden bekanntlich zu allererst von Rathke (69) bei *Gryllotalpa* beobachtet und dann zunächst von Kowalevsky bei *Hydrophilus* und von mir (17) bei *Mantis* als den Beinen der Anlage nach ähnliche Gebilde erkannt. Ich selbst habe ferner speciell die hohe phylogenetische Bedeutung dieser Anhänge zuerst (63) klar ausgesprochen, indem ich sie (S. 5) als „Überreste eines früheren Zustandes" und „als fortdauernde Zeugen der Abstammung dieser Kerfe von anders gearteten (mehr als sechsbeinigen) Wesen erklärte. Diese meine Ansicht wurde mehrere Jahre später unter Andern auch von Balfour (2) wiederholt, den Haase in einem unseren Gegenstand betreffenden sehr interresanten Aufsatz (31, S. 20) zuerst nennt.

Übrigens hatte Bütschli (7) schon vor Kowalevsky bei *Apis* Spuren derartiger Anhänge nicht bloss am ersten Hinterleibsring, sondern an allen Segmenten beobachtet; dieser Befund wurde aber von Grassi (26) nicht bestätigt. Dagegen hat Ayers (1) das grosse Verdienst, an isolirten Keimstreifen von *Oecanthus* solche Gebilde zum erstenmal und an allen Segmenten nachgewiesen zu haben, wobei allerdings vorwiegend nur das erste später zu einem Sacke sich entwickelnde Paar eine stärkere Entfaltung erreicht, während betreffs der übrigen Knospen, soviel ich aus den Zeichnungen (z. B. Pl. 18, Fig. 19) entnehme, Zustände herrschen, wie ich sie später bei *Stenobothrus* noch genauer schildern werde.

Daran reihen sich dann die schönen aber leider an isolirten Keimstreifen schwer zu controlirenden Angaben Patten's (66) über das Vorkommen mehrerer Paare von zapfenartigen relativ stark entwickelten Abdominalanhängen bei einer *Phryganide (Neophalax)*, sowie bei *Blatta*, wo nach dem genannten Forscher die Anhänge des ersten Paares sich ähnlich wie bei *Gryllotalpa* in kleine gestielte Säckchen umwandeln.

Während alle die mitgetheilten Beobachtungen nur gelegentlich bei der Besprechung der Embryologie der betreffenden Thiere erwähnt werden, gab ich dann in meiner Arbeit über die Polypodie der Insecten-Embryonen (20) zum erstenmal eine zusammenhängende Darstellung und Vergleichung der einschlägigen Gebilde, und zwar unter Zugrundelegung eigener Untersuchungen bei *Melolontha*, *Hydrophilus*, *Lina*, *Stenobothrus*, *Mantis*, *Gryllotalpa* und *Gastropacha*. Diese Arbeit wurde auch u. A. von Haase in dessen neuesten wichtigen Abhandlung über die Abdominalanhänge der Insecten (33), sowie von Emery (14) und neuestens von Nusbaum (60) als solche anerkannt, während Wheeler (79) behauptet, es beschränkten sich darin meine eigenen Untersuchungen blos auf die Anhänge des ersten Abdominalsegmentes bei *Melolontha*-Embryonen.[1]

Meine in der genannten Abhandlung gegebenen Bilder von vollständig isolirten *Melolontha*- und *Hydrophilus*-Keimstreifen (vergl. Fig. 1, 2, 15 u. 16) sind auch wohl die ersten, welche in unzweifelhafter Weise die wirkliche embryonale Poly- oder Pleopodie, d. i. das Vorkommen von Abdominalanhängen an den meisten Ringen, zum naturgetreuen Ausdrucke bringen. Dazu kommt dann u. A. noch das zum erstenmal in dieser Abhandlung erwähnte Verhalten der nach Art des *Peripatus* rein seitenständigen Abdominalanhänge von *Stenobothrus*, die in Fig. 18 meiner Arbeit über die primäre Segmentirung (21) veranschaulicht werden.

Auch stellte ich schon hier der weitverbreiteten Ansicht, dass die embryonalen Abdominalanhänge der Insecten ohne weiteres mit den Bauchgriffeln der Thysanuren vergleichbar seien, meine Bedenken entgegen.

Sehr werthvolle weitere Angaben über embryonale Abdominalanhänge verdanken wir dann Nusbaum (59, 60). In der ersten dieser zwei vorläufigen Mittheilungen, denen nächstens die ausführliche Arbeit folgen wird, gab Nusbaum S. 450 an, dass bei *Meloe* „auf dem ersten Abdominalsegmente ein Paar provisorischer Abdominalfüsse und auch seitliche paarige Anhänge auf allen Abdominalsegmenten vorkommen", während er in der zweiten Arbeit die höchst interessante Entdeckung mittheilt, dass die ersten Abdominalanhänge, ähnlich wie dies Wheeler für die unter das Hautniveau versenkten beziehungsweise eingestülpten und wahrscheinlich homologen Gebilde von Hemipterenembryonen *(Cicada, Nepa)* zeigt, ein zum Theil fädiges Secret absondern und sonach als Drüsen aufzufassen sind.

Hinsichtlich der physiologischen Bedeutung dieser secretorischen Abdominalanhänge scheint es Wheeler (S. 503) am wenigsten gezwungen, sie als Stinkdrüsen aufzufassen, und meint dieser Forscher ferner, dass man nicht berechtigt ist, anzunehmen, dass diese Organe bei den Insectenvorfahren eine andere Function hatten als eine drüsige."

Fast gleichzeitig erschienen dann Beobachtungen Cholodkowsky's bei *Blatta*. Gleich Patten (vergl. oben) findet er an jedem Hinterleibssegment ein Paar Anhänge, im Ganzen also 11 Paare. Von diesen gehen aber blos die zwei letzten in das Larven-, beziehungsweise in das definitive Stadium über, und zwar entstehen aus dem letzten Paar die schon in der Anlage, gleich den Fühlern, sehr stark entfalteten, aber, was wohl zu beachten, im Embryo ungegliedert bleibenden Afterreife oder Cerei, während die Anhänge des 10. Paares beim Männchen zeitlebens als Doppelhäkchen persistiren, beim Weibchen aber schon im „Larvenstadium" verloren gehen.

Die vorderen neun Paare von Anhängen gehen, wie ich dies in meiner Polypodiearbeit als Regel hingestellt hatte, auch hier schon im Embryonalzustand zu Grunde, wobei, gleichfalls ein allgemeines Verhalten, das erste und grösste Paar am längsten, nämlich bis zum Ausschlüpfen des Embryos nachweisbar ist. Dieses letztere nun betrachtet Cholodkowsky im Gegensatz zu Patten wenigstens im ausgebildeten Zustand als ganz solid und vergleicht es, obwohl er darin keinen Nerven nachgewiesen hat, mit dem „Sinnesorgan des Dipteren-Halteres." Hier sei zunächst noch bemerkt, dass ich es (20) wohl für „möglich", aber nicht für

[1] Übrigens hat auch Haase meine einschlägigen und wie mir scheint nicht ganz uninteressanten Beobachtungen bei *Stenobothrus* (21, Fig. 18) übersehen.

„wahrscheinlich", wie Cholodkowsky sagt, gehalten hatte, dass diese Anhänge den Kiemen gewisser Crustaceen entsprechen.[1]

Nahezu gleichzeitig mit Wheeler's Schrift erschienen dann von mir zwei Aufsätze (23, 24), in welchen ich, zum Theile im Anschluss an Haase's schöne Untersuchungen über die Ventralsäcke der Thysanuren auf die weiter unten noch genauer zu besprechende drüsige Natur der ersten Abdominalanhänge von *Stenobothrus* und *Melolontha* hinwies. Zugleich äusserte ich hier meine Bedenken gegen Cholodkowsky's Ansicht, nach welcher, S. 99, gar „kein Zweifel" bestünde, dass die Insecten von myriopodenartigen Geschöpfen abzuleiten sind. Einige andere einschlägige Angaben, z. B. die von C. Heider, kommen in den nächsten Abschnitten zur Sprache.

Da eine richtige Deutung der embryonalen Abdominalanhänge vor Allem eine genaue Kenntnis derselben bei möglichst vielen Insecten voraussetzt, war ich auch während der letzten Zeit wieder bemüht, einerseits von den schon früher untersuchten Formen neue Präparate zu gewinnen und anderseits auch das Verhalten bei bisher noch nicht näher geprüften Formen kennen zu lernen, und hatte ich in letzterer Beziehung vor Allem diejenigen Insecten vor Augen, welche als Larven sogenannte Bauchfüsse tragen.

2. Neue Untersuchungen.

Melolontha. Fig. 57 zeigt ein neues Präparat, an dem die Abdominalanhänge als vom Stamm gesonderte Fortsätze viel deutlicher hervortreten als an den von mir früher (20, Fig. 15 u. 16) abgebildeten Keimstreif. Wie das Regel ist, sind auch hier die Anhänge des ersten Paares (a_1 *a*) beträchtlich stärker entfaltet, als die übrigen (a_2 *a* etc.). Mit Rücksicht auf die lateral liegenden Stigmen einer- und auf die Medianlinie anderseits erscheinen sie den Thoracalanhängen vollkommen homotop, beziehungsweise, wie Haase sagt, homostich. Mit Rücksicht auf die Lage der Stigmen nenne ich diese Anhänge intrastigmatische. Auch ihre Form weicht von derjenigen der Brustbeinanlagen nicht wesentlich ab. Sie erscheinen nur, als Ganzes genommen, etwas verkürzt und haben im vorliegenden Stadium eine etwas stumpfere Spitze als die Beinknospen. Ferner ist der frei hervorragende Distaltheil schon jetzt von dem dem Stamm eng anliegenden und schwach entwickelten Basaltheil durch eine Einkerbung als ein knopfartiges Gebilde abgegrenzt. Letzteres sieht man sehr schön am Querschnitt Fig. 63 a_1 *a*.

Ihre Ectodermzellen haben hier noch die gewöhnliche Beschaffenheit und ist ferner die Höhlung dieser Ausstülpungen im vorliegenden Stadium ganz so wie bei anderen Gliedmassen mit Mesodermzellen erfüllt.

Ausser dem ersten Paare unterscheidet man dann noch 9, beziehungsweise 10 Paare solcher Anhänge. Sie gleichen dem ersten, sind aber, und zwar fast alle in gleicher Weise, schwächer entwickelt, insoferne zunächst die betreffende Ausstülpung weniger weit über das Stammniveau hervorragt, so zwar, dass man sie nur zuweilen und an sehr dünnen Querschnitten als isolirte Theile antrifft. Auch erscheinen sie, mit Rücksicht auf den Abstand ihrer Endkuppe vom zugehörigen Stigma, beträchtlich kürzer als am ersten Segment. Sehr undeutlich sind diese Gebilde am vorletzten Somit, wo sie auf keine Weise mehr den Namen „Anhänge" verdienen, sondern blos Anschwellungen genannt werden dürfen.

Wie bereits in meinen früheren Arbeiten gezeigt worden ist (20, Fig. 17—21; 24, Fig. 3), erfahren hier die ersten Abdominalanhänge eine wahrhaft colossale Entfaltung. Einige einschlägige neue Stadien, so genau als möglich bei durchfallendem Licht dargestellt, sieht man in Fig. 58, 61 u. 62 a_1 *a*. Im Stadium der höchsten Entfaltung nehmen die betreffenden Anhänge in Form zweier umfangreicher, etwas abgeplatteter Säcke fast

[1] In einem früheren Aufsatz (23) hielt ich es auf Grund der einschlägigen Flächenbilder Cholodkowsky's (11, Fig. 8) für nicht unmöglich, dass die Anhänge der dem ersten Abdominalsegment folgenden Somiten blosse Kuppen der Stammtheile seien. In der letzten Zeit erhielt ich nun durch die besondere Güte Cholodkowsky's ein (leider auf der weiten Reise sehr lädirtes) Präparat eines älteren, etwa Cholodkowsky's Profilansicht Fig. 10 entsprechenden *Blatta*-Keimstreifs, auf dem sämmtliche Abdominalsegmente unzweifelhafte Ansätze von Extremitäten zeigen, und zwar stimmen diese in ganz auffallender Weise mit denjenigen überein, welche ich in Fig. 143, Taf. XII von *Mantis* gezeichnet habe. Nur besteht der Unterschied, dass bei *Blatta* die Anhänge des ersten Segmentes viel breiter und nicht gegliedert sind.

die ganze Bauchseite ein. Ihr Inhalt ist so durchsichtig, dass man darunter an meinem gefärbten Präparat die aus dem Bauchmark austretenden Nerven unterscheiden kann.

Die Zellen des Ectoderms dieser Säcke sind bekanntlich (20, Fig. 23) namentlich auf der Aussenseite, wie für *Blatta* zuerst Patten gezeigt hat, ausserordentlich gross und von drüsenartigem Charakter. Für letzteren spricht auch der Umstand, dass diese Anhänge, sowie die ganze benachbarte Region, in eine auf Fig. 22 der Polypodiearbeit dargestellte feinkörnige Masse eingebettet ist, die sich an den mit Carmin gefärbten und in Spiritus gehärteten Präparaten als weisslichgelbes Gerinnsel darstellt.

Wie ich bereits in meiner vorletzten Schrift (23), also fast gleichzeitig mit Haase's interessanten einschlägigen Beobachtungen bei *Blatta* (32), kurz erwähnt habe, lässt sich auch gerade bei *Melolontha* sehr schön nachweisen, dass die Abdominalanhänge mit Ausnahme jener des ersten Paares, welche abfallen, in die Bildung der lateralen Bauchplattentheile eingehen. Haase hat bei *Blatta* gezeigt, dass das eigentliche Ventralintegument jedes Hinterleibsringes am ganz jungen Thier in drei Stücke, nämlich in ein medianes und ein Paar lateraler Schilder getheilt ist, die später zu einer einheitlichen Bauchplatte verschmelzen. Auch hat er darauf hingewiesen, dass die lateralen Bauchschilder zum Theile aus den betreffenden Anhängen hervorgehen. Durch meine in Fig. 59 u. 60 abgebildeten Präparate wird nun dieses Verhalten zum erstenmal deutlich veranschaulicht. Der mediane über dem Bauchmark liegende Theil des Ventralintegumentes ist hier noch ganz dünn und sind daran an der Flächenansicht keine Segmente zu unterscheiden. Dagegen treten zwischen diesem Medianstreifen und der Stigmenreihe die lateralen Bauchplatten sehr scharf hervor. Letztere zeigen nun an der medianwärts gerichteten Hinterecke eine starke Wulstung, die ihrer Lage nach vollständig den in Rede stehenden Anhängen entspricht.

Letztere sind somit hier nicht mehr selbständige Gebilde, sondern erweisen sich, gerade so wie vor ihrem Hervorknospen, als Theile des Stammintegumentes. Am Präparat Fig. 60 ist die auf die verflachten Anhänge zu beziehende Verdickung des Hinterrandes der Lateralplatten ($a_8\,a$ etc.) zwar auch noch zu erkennen, sie tritt aber nicht mehr als locale Erscheinung auf, indem das Zellenmaterial gleichmässiger vertheilt erscheint.

Hydrophilus. Legen wir unserer Darstellung zunächst Fig. 3 meiner Polypodiearbeit zu Grunde, so ergeben sich daraus folgende in jener Schrift zum Theile auch bereits ausgesprochene Verhältnisse. Im betreffenden Stadium sind nur die Anhänge des ersten Abdominalsegmentes als solche, d. i. als frei sich erhebende ungefähr birnförmige Fortsätze ($h_1\,a$) deutlich zu erkennen. Dagegen sind die homotopen Integumentstellen der folgenden Segmente (d_3) namentlich im Vergleich mit *Melolontha* in der Regel wenigstens kaum als Anhänge unterscheidbar. Dies Verhalten war auch der Grund, weshalb ich, speciell im Hinblick auf *Melolontha*, das von C. Heider schon früher (36) behauptete Vorkommen von „Appendices" für dieses Stadium in Abrede stellen zu müssen glaubte. Gleichzeitig machte ich aber auf einen lateral gelegenen „Nebenbestandtheil" des ersten Anhanges (Fig. 3 a_1) aufmerksam. Es ist dies ein medianwärts vom Stigma liegender, fast lappenartiger Wulst, der sich auch an allen übrigen Segmenten (Fig. 2) findet. Daraufhin sprach ich den gesammten Appendix des ersten Segmentes als „zweilappiges Gebilde" an und sagte, dass am zweiten Segment und den folgenden Metameren „nur der — im vorliegenden Stadium — schwächer entwickelte äussere Lappen sich erhalten, der zweite oder innere aber sich vollkommen rückgebildet hat."

In der inzwischen erschienenen ausführlichen Arbeit bezeichnet auch C. Heider S. 27 den medianen Theil der fraglichen Anhangsgebilde (unseren Innenlappen) an den auf das erste Segment folgenden Metameren zunächst in den relativ frühen Stadien als „undeutliches rundliches Höckerchen". Dagegen konnte er, was mir seinerzeit nicht gelungen ist, an älteren Stadien nachweisen, dass diese Innenlappen eine so starke Entwicklung erreichen, dass sie sogar an Querschnitten (vergl. seine Fig. 135 u. 137) als freie Fortsätze sich darstellen. Das Maximum der Entfaltung dieser dem ersten Anhängepaar folgenden Gebilde tritt sonach hier viel später als bei *Melolontha* ein. Auch gibt C. Heider noch an, dass sie in den hinteren Segmenten stärker als vorne entwickelt seien.

Dagegen lässt C. Heider den von mir nachgewiesenen Seitenlappen völlig unerwähnt und spricht erst bezüglich späterer Stadien, S. 49, und zwar gleichfalls, ohne meiner einschlägigen Darstellung (Polypodiearbeit, 20, Fig. 3 a_2) zu gedenken, von seitlichen Ectodermwülsten. Er vergleicht sie, aber ohne nähere Begründung, mit den von Tichomirof bei *B. mori* als Drüsenkörper bezeichneten Gebilden, sowie mit gewissen von Korotnef bei *Gryllotalpa* hervorgehobenen Theilen, obwohl sie letzterer als Mesenchym auffasst. Dass ich die Abdominalanhänge von *Hydrophilus* als in zwei Lappen getheilte Bildungen auffasste, ein Umstand, der u. A. Haase (33) gerade sehr bedeutungsvoll erscheint, das scheint C. Heider völlig entgangen zu sein.

Besichtigen wir nun zunächst das neue Präparat in Fig. 38, das im Wesentlichen dem gleicht, welches ich in der Polypodiearbeit in Fig. 2 abgebildet habe, und das ungefähr dem Stadium Fig. 9, beziehungsweise der Zinkographie Fig. 3, S. 37, bei C. Heider entspricht, so zeigt sich, dass die eben genannten C. Heider'schen Bilder hinsichtlich der in Rede stehenden Anhänge nur eine sehr beiläufige Vorstellung geben. Während nämlich C. Heider auf beiden der genannten Figuren, sowie auch auf allen übrigen die ersten Abdominalanhänge als ganz einfache Wärzchen darstellt, sind sie in Wirklichkeit, wie ich das schon in der mehr citirten Fig. 2 und 3 veranschaulicht habe, und zwar auf das allerdeutlichste in zwei neben einander liegende Läppchen getheilt. Von diesen ist am ersten Paar das medianwärts befindliche oder innere Läppchen $ma_1 a$ viel länger und zum Theile (rechts) auch etwas breiter als das zuweilen sehr kurze laterale Läppchen $la_1 a$. Dass aber diese zwei Läppchen zusammengehörige Theile sind, zeigt die Vergleichung mit dem Metathoracalanhang ($th_3 a$). Die beiden Läppchen als Ganzes genommen entsprechen nämlich nicht blos hinsichtlich der Lage, sondern auch, nahezu wenigstens, bezüglich der Breite ihrer Basal- oder Ursprungslinie vollkommen der Beinanlage und kann das ganze Anhangsgebilde geradezu als eine in zwei Lappen getheilte und etwas verkürzte Beinanlage bezeichnet werden. Bemerkt sei noch, dass ich an einem anderen fast gleichalterigen Keimstreif zwischen beiden Lappen noch ein ganz kleines drittes Läppchen (Fig. 38, links) beobachtet habe.

Was die folgenden Abdominalanhänge betrifft, so erscheinen mir die Verhältnisse fast genau so wieder, wie ich sie seinerzeit geschildert habe. Im Gegensatz zu den ersten Anhängen ist hier der mediane Lappen ($ma_1 a$) viel schwächer, der laterale oder Stigmalappen ($la_2 a$) dagegen im Allgemeinen beträchtlich stärker entwickelt. Beiderlei Theile variiren etwas an den einzelnen Segmenten in der Weise, dass, wie ich es schon auf Fig. 3 der Polypodiearbeit angedeutet habe, der Medianlappen zuweilen fast eben so gross als der Laterallappen erscheint. Auf den hintersten Segmenten aber (vergl. Fig. 39) zeigt nur der Laterallappen $la_8 a$ eine nennenswerthe Entfaltung, während der Mediantheil blos als Querbrücke zwischen ihm und dem Seitenstrang der Bauchmarksanlage sich darstellt. Am 9. Segment glaube ich noch eine schwache Spur einer lateralen Verdickung ($a_9 a$) zu erkennen, während mir die folgenden, wenigstens in den vorliegenden Stadien, ganz glatt erscheinen. Es sei gleich noch beigefügt, dass ich C. Heider's Vermuthung bezüglich des Vorkommens einer Stigmaanlage auf dem 9. und 10. Segment nicht bestätigt finde und dass dessen Bilder über die Stigmenanlagen wenig zutreffend sind.[1]

Unter Hinweis auf Fig. 37 möchte ich dann noch darauf aufmerksam machen, dass man an stärker geschrumpften Präparaten dieses Stadiums zuweilen nicht einmal eine Andeutung von Anhängen auf dem 2. bis 9. Segmente antrifft.

Wir mustern nun das Präparat in Fig. 42, das ungefähr jenem Stadium entspricht, bei welchem C. Heider die von ihm allein gekannten Medianlappen am stärksten entwickelt sein lässt. Auch an unserem Präparat treten sie ($ma_4 a$), wie man sieht, jetzt viel stärker als früher hervor, jedoch, was gleich betont sei, bei Weitem nicht so stark wie bei *Melolontha*. Frei ist an diesen Gebilden, aber auch nicht an allen, nur der hinterste Theil, im Übrigen haben wir es mit ziemlich flachen Wülsten zu thun, deren Grenzen in der Zeichnung absichtlich stärker markirt sind.

[1] Von manchen meiner isolirten Keimstreifen besitze ich auch Photographien.

Weiters lehrt aber ein Vergleich der ersten Anhänge mit den folgenden einerseits und mit denen des Präparates Fig. 38 andererseits, dass die von C. Heider als räthselhafte laterale Ectodermverdickungen aufgefassten, aber in toto von ihm nirgends dargestellten Gebilde, Fig. 42 $la_1 a$, $la_4 a$, vermuthlich nichts Anders sind, als die von mir längst entdeckten Laterallappen der Abdominalanhänge. Letztere treten also gerade auch in diesem Stadium als deutlich zweitheilige, jedoch grösstentheils mit dem Stammintegument verschmolzene Bildungen hervor. Man sieht sie u. A. auch noch in einem etwas älteren Stadium am Präparat Fig. 43. Hier erscheint der Laterallappen ($la_2 a$) entschieden dicker als der Mediantheil ($ma_2 a$), welcher letztere mit dem noch immer mächtig entwickelten Haupttheil des ersten Anhanges ($a_1 a$) genau homostich ist, während der Lateraltheil sich dem letzteren gegenüber als ectostich erweist. Die betreffenden Wülste können aber hier auf keinen Fall mehr als wirkliche Anhänge oder überhaupt als selbständige Theile aufgefasst werden, sondern sie sind, ganz so wie wir es in den späteren *Melolontha*-Stadien fanden, nur Verdickungen an der medianen Hinterecke der schon deutlich abgegrenzten lateralen Bauchplatten (L_2 L_3 etc.), die dann als solche gleichfalls verschwinden.

In Fig. 157 gibt C. Heider hinsichtlich eines dem Hüllenriss unmittelbar vorhergehenden Stadiums einen Querschnitt durch die fast pilzhutartig gewordenen Anhänge des ersten Segmentes und bemerkt hiezu S. 55: „Hauptsächlich werden die Ectodermzellen der äusseren Oberfläche zu grossen succulenten stark granulirten Cylinderzellen umgewandelt, welche in ihrem Aussehen stark an Drüsenzellen erinnern." Mit Bezug auf diese Darstellung möchte ich hervorheben, erstens, dass diese Anhänge bei *Hydrophilus* im Vergleich mit denen vieler anderer Insecten, z. B. *Melolontha*, *Gryllotalpa*, *Oecanthus*, *Stenobothrus* etc. sehr unentwickelt bleiben, und zweitens, was wohl mit der erwähnten Eigenschaft zusammenhängt, dass auch ihre Zellen eine viel geringere Umwandlung erfahren.[1]

Lina. Für meine Polypodiearbeit hatte mir von *Lina* blos ein verhältnissmässig spätes Stadium vorgelegen, welches dem in unserer jetzigen Fig. 30 entspricht, und wo ich, was auch bezüglich des neuen Präparates gilt, keine Spur eines Anhanges auch nicht am ersten Segment zu finden vermochte. Trotzdem sprach ich mich über diesen Fall S. 612 folgendermassen aus: „Mit Rücksicht darauf, dass die in Rede stehenden Anhänge die verschiedensten Grade der Verkümmerung zeigen, wird man insbesondere auch jene Insecten, bei denen solche Rudimente gegenwärtig gar nicht mehr nachweisbar sind, gleichwohl ebenfalls auf polypode Vorfahren zurückzuführen haben."

Inzwischen habe ich auch zahlreiche jüngere Stadien untersucht und in der That solche Anhänge gefunden (Fig. 29 a_1 a). Dabei bleibt aber Mehreres sehr auffallend. Fürs erste fand ich abdominale Anhänge, obwohl ich sehr viele fast gleichalterige Keimstreifen besitze, nur an einem einzigen Exemplar. Daraus muss man nun, so glaube ich, schliessen, entweder, dass die Abdominalanhänge hier überhaupt nur mehr ausnahmsweise in die Erscheinung treten oder aber, dass sie bloss noch während einer sehr kurzen Zeit sichtbar werden. Ausserdem habe ich solche Fortsätze ausschliesslich nur am ersten Segment beobachtet und gefunden, dass sie, was übrigens schon aus dem Obenerwähnten hervorgeht und im Gegensatz zum Verhalten der anderen bekannten Käfer sich nicht in gestielte und bis zum Ausschlüpfen nachweisbare Säckchen umwandeln, sondern sehr frühzeitig spurlos verschwinden.

Was die Lage und die Form der Anlage dieser Gebilde betrifft — über das Stadium der Anlage kommen sie eben nicht hinaus — so entspricht sie, wie die Abbildung lehrt, vollständig den Anlagen der vorderen Gliedmassen, nur dass die abdominalen Knospen minder lang erscheinen.

An den folgenden mir bekannt gewordenen Stadien, die hier nicht abgebildet sind, fehlt, wie bereits erwähnt wurde, jede Spur von Anhängen, speciell auch auf den hinteren Segmenten. Das Bild, welches

[1] An meinen Längsschnitten durch das Stadium Heider 37) Fig. 104 erscheinen die Anhänge des 1. Abdominalsegmentes fast ähnlich wie bei *Mantis* in einen proximalen und einen distalen Theil gegliedert.

letztere (vergl. Fig. 30) bieten, ist, wie ich mit Rücksicht auf das gleich Mitzutheilende noch kurz hervorhebe, folgendes. Eine merkliche Verdickung und Segmentirung zeigt das ventrale Integument hier überhaupt nur in der Umgebung der Stigmen, wo man (vergl. auch Fig. 33) eine Reihe fast rechteckiger Platten (*P*) bemerkt, welche, wie sich zeigen wird, als Pleuralschilder aufzufassen sind. Die eigentliche zwischen diesen Pleuralschildern gelegene Ventralzone hat in diesem Stadium nur ein sehr dünnes Integument, durch welches in der Medianlinie die bereits Knotenpaare aufweisende Bauchmarksanlage durchschimmert. Zwischen letzterer und den Pleuralplatten, also in jener ventral-lateralen Längszone, wo sonst die Abdominalanhänge sich vorfinden, sind keinerlei Fortsätze oder auch nur segmentale Anschwellungen bemerkbar, sondern das Ectoderm ist hier, soweit man dieses Verhalten am Flächenbild zu erkennen vermag, von ganz gleichmässiger dünner Beschaffenheit.

All' das bemerke ich aber, damit die nun gleich zu schildernden interessanten Zustände an der auskriechenden Larve nicht vorschnell in einem Sinne gedeutet werden, in dem sie wahrscheinlich wenigstens nicht aufgefasst werden dürfen.

Eine Ansicht des fertigen Embryos, und zwar zunächst von der uns besonders interessirenden Bauchseite, gibt Fig. 22. Man richte sein Augenmerk vor Allem auf die in der Mittelzone der Brust gerade über der Ganglienkette liegenden Chitinplatten, welche man gewöhnlich als Sterna bezeichnet. Sie heben sich durch ihre dunkle, auf eine bedeutende Verdickung hinweisende Farbe sehr scharf vom übrigen mehr farblosen, beziehungsweise weisslichen Integumente ab. Solcher mittlerer Sternalplatten unterscheidet man vier. Davon gehören zunächst die vordersten zwei, welche hart hinter einander liegen (s_1), offenbar zum *Prosternum*. Dagegen besteht, wie dies ja die Regel ist, das Mesosternum (s_2) nur aus einem einzigen relativ grossen Schilde und das Gleiche gilt von dem zwischen den Ansätzen der Hinterbeine befindlichen Metasternum (s_3), welches aber viel kleiner ist. Dabei zeigt speciell das Mesosternum-Schild, sowie die hintere Platte des Prosternums sehr deutlich einen (vielleicht den Ganglien entsprechenden) bilateralen Charakter.

Wenden wir uns zum Abdomen, so sehen wir da fünf Längsreihen oder Columnen von grösstentheils weit von einander getrennten Segmentplatten. Wir unterscheiden erstens ein Paar marginaler Plattenreihen, die Pleurae. Diese sind, wie Fig. 23 zeigt, selbst wieder in ein oberes und unteres — ventrales und dorsales Pleuralstück — getheilt, zwischen denen die Stigmen liegen. Zweitens haben wir längs der Mittellinie eine Reihe von Querschienen, die wir, wie oben, wieder als mediane Ventralplatten mv_1 mv_7 bezeichnen. Drittens endlich — und dies interessirt uns besonders — zeigen sich noch ein Paar Reihen lateraler Ventralplatten (lv_1 lv_7). Was nun die genauere Lage der letzteren betrifft, so ist es hier ganz klar, dass sie mit dem Ursprung der Beine in einer Linie liegen, mit diesen also, um wieder Haase's Ausdruck zu gebrauchen, vollkommen homostich sind. Gleichwohl aber dürfen diese so ausserordentlich distincten ventral-lateralen Hautstücke nicht so ohne Weiteres im Sinne Haase's als verflachte Rudimente von den Beinen homologen Abdominalanhängen aufgefasst werden, da ja gerade bei *Lina* solche Anhänge mit Ausnahme jener am ersten Segment bisher wenigstens nicht nachgewiesen sind. Wenn aber auch ein ontogenetischer Zusammenhang zwischen den in Rede stehenden Bildungen nicht festgestellt ist und die ventral-lateralen Platten zunächst als selbstständige und relativ spät auftretende Integumentdifferenzirungen erscheinen, so möchte ich andererseits doch wenigstens die Möglichkeit nicht bestreiten, dass ein phylogenetischer Zusammenhang besteht.

Im Anschluss an das Mitgetheilte wollen wir noch ganz kurz die Dorsalseite (Fig. 23) ins Auge fassen, und zwar deshalb, weil hier hinsichtlich der Anlage der definitiven Segmentplatten Zustände herrschen, die, soweit ich hierüber unterrichtet bin, noch sehr wenig bekannt sind. Man bemerkt da für's Erste die Dorsalplatten (d_1 d_7) des Abdomens. Sie bestehen ursprünglich aus je zwei Seitenhälften (d_1 d_5), die dann, und zwar von hinten nach vorne fortschreitend, miteinander zu einem unpaarigen Tergum verschmelzen. Besonders bemerkenswerth ist aber hier die Bildung des Meso- und Metanotums (n_2 n_3). Gleich dem Prosternum bestehen diese nämlich je aus zwei hinter einander liegenden Paaren von Platten, von welchen die hinteren in beiden Fällen beträchtlich kleiner als die vorderen sind. Nebstdem sehen wir,

und zwar sowohl auf dem Meso- als auf den Metanotum beiderseits noch ein drittes mehr laterales Plättchen (f_1 f_2), dessen Lage den Flügelansätzen zu entsprechen scheint, welche letztere ich freilich bisher, auch mit Hilfe der Schnittmethode, noch nicht sicher nachzuweisen vermocht habe.

Stenobothrus. Die ersten deutlichen Anlagen von Abdominalgliedmassen treten nahezu gleichzeitig mit denjenigen der vorderen Extremitäten auf. Solche Anlagen findet man aber, wie übrigens schon aus Fig. 1[8] meiner Arbeit über die Segmentirung, sowie aus Fig. 1 meines späteren Aufsatzes (24) erhellt, und wie das neue Präparat in Fig. 84 zeigt, mit voller Sicherheit nur am ersten Abdominalsegment (a_1 a) in Form einer seitenständigen zipfelartigen Aussackung, welche in der Grössenentfaltung beträchtlich hinter jener der Beine zurückbleibt und ungefähr der der Kiefer $^1/_3$ sich nähert. Allerdings erscheint auch noch am ersten und bisweilen am dritten Segment eine schwache Vorwölbung; ich möchte aber die betreffende Kerblinie nicht als Ausdruck von wirklichen Ausstülpungen, sondern blos als Zeichen der beginnenden Segmentirung der Ectodermplatte auffassen, welche letztere ja auch in den späteren Stadien, z. B. in Fig. 85 und 86, wo von Anlagen hinterer Abdominalgliedmassen doch absolut keine Rede sein kann, am Rande mehr oder weniger deutlich gekerbt erscheint.

Mit Rücksicht darauf, dass, nach den Darstellungen von Ayers (1) bei *Oecanthus* (z. B. Pl. 18, Fig. 19) zu urtheilen, hier ganz ähnliche Zustände zu bestehen scheinen, möchte ich der Meinung sein, dass die vom genannten Forscher als Appendices (appendages) bezeichneten Gebilde (a p) vielleicht doch nicht eigentlich als solche aufgefasst werden dürfen. Auch scheint mir — ohne dass ich sonst der Genauigkeit der Ayers'schen Beobachtungen nahe treten will — der Fall nicht ganz ausgeschlossen, dass die zum Theile stark entwickelten Mesoblastsäcke für Ansätze abdominaler Gliedmassen gehalten wurden.

Unbedingt aber wird Jeder, der die u. A. in Fig. 8 und 17 auf Pl. 18 von Ayers mit a p markirten und zum Theile etwas verschwommen gezeichneten Theile genauer ansieht, zugeben, das solche Darstellungen nicht ausreichen, um die wirkliche Existenz abdominaler Anhänge zu beweisen.

Mit Bezug darauf, dass sowohl Cholodkowsky bei *Blatta*, als auch Ayers bei *Oecanthus* die Anlage der sogenannten Cerci oder Afterborsten (Ayers nennt sie anal stylets) fast gleichzeitig mit den übrigen Gliedmassen erfolgen lassen, sei erwähnt, dass bei *Stenobothrus* diese Gebilde erst sehr spät (im Stadium Fig. 86) angelegt werden. Dies mag wohl davon herrühren, dass bekanntlich diese Anhänge bei *Stenobothrus* und den Acridiern überhaupt viel kürzer sind als bei den Blattiden und Grylliden.

Ähnlich wie bei *Oecanthus, Gryllotalpa* und *Blatta* bleiben die Anhänge des ersten Abdominalsegmentes auch bei *Stenobothrus* nicht auf dem Stadium einer indifferenten Anlage stehen, sondern entwickeln sich zu jenen eigenthümlichen provisorischen Embryonalorganen, die man wohl am besten als Säcke bezeichnet. Das erste Stadium dieser Entwicklung zeigt Fig. 102 und charakterisirt es sich dadurch, dass sich der Distaltheil der taschenartigen Ausstülpung (a_1 a) vom Stammtheil abzuschnüren beginnt. Weiter gediehen ist diese Entwicklung im Stadium Fig. 86. Hier erscheint nämlich der abgeschnürte Endtheil nach Art eines Pilzhutes stark verbreitert.

Wie man aus Fig. 4 meines Aufsatzes in der „Natur" (24), sowie aus Fig. 90 und 91 der vorliegenden Abhandlung ersieht, zeigt sich der Anhang von der Fläche betrachtet als ein bisquitförmiges Gebilde, welches im Stadium der höchsten Entwicklung fast die ganze Breite eines Segmentes einnimmt und im Vergleich zum Ursprung der Hinterbeine, ähnlich wie bei *Oecanthus*, etwas dorsalwärts zu liegen kommt.

Ausser durch seine charakteristische Form zeichnet sich unser Anhang, wovon gleichfalls schon früher (23, 24) Erwähnung geschah, im Zeitpunkt seiner vollen Entfaltung durch eine schon mit freiem Auge wahrnehmbare bräunliche Farbe aus, ein Verhalten, das in Fig. 91 nach mehreren in Canadabalsam aufbewahrten Präparaten genauer dargestellt ist. Diese eigenthümliche Pigmententwicklung erfolgt ganz allmälig und im Zusammenhange mit der zuerst von Patten bei *Blatta* erwähnten und dann von mir bei *Melolontha* eingehend illustrirten eigenthümlichen Umwandlung der Ectodermzellen an der freien Fläche des Anhanges. Näheres erkennt man an den Querschnitten der aufeinanderfolgenden Stadien, von welchen ich aber mit Rücksicht auf den Raum vorläufig nur einen in Fig. 92 bringe (vergl. auch 24, Fig. 5). Man sieht hier erstens die stark

verdickte Endplatte *ab* mit den riesigen Kernen und den hauptsächlich am freien Theil der in Fig. 91 auch zum Theile von der Fläche sichtbaren Cylinderzellen abgelagerten Pigmentkörnern und dann den dünnwandigen hohlen Stiel (*bd*) des Anhanges. Im Gegensatz zu *Melolontha*, wo im Hohlraum dieses Sackes immer einige lose Zellen vorkommen, fehlen hier solche in der Regel ganz. Es blieb aber zweifelhaft, ob die betreffenden Mesodermelemente, von denen die Höhlung anfangs zum Theile wenigstens erfüllt ist, in den Stamm zurückwandern oder ob sie an Ort und Stelle resorbirt werden.

Nachdem diese Anhänge den Höhepunkt ihrer Entfaltung erlangt haben — und zwar geschieht dies kurze Zeit nämlich circa 10—20 Tage vor dem Ausschlüpfen — erfahren sie wieder, in ganz ähnlicher Weise, wie dies zuerst von mir bei *Melolontha* nachgewiesen worden ist, eine merkliche Grössenabnahme. Sie erhalten sich aber bis zum Ausschlüpfen des Thieres, wobei, wie ich an Schnitten feststellen konnte, die Communicationsstelle mit dem Stamm (Fig. 92 *cd*) immer enger wird und schliesslich verschwindet. Aus diesem Grunde muss man also sagen, dass die Anhänge abfallen.

Schwierig ist es, über die Function dieser Gebilde in's Klare zu kommen. Dass es Drüsen sind, ist wohl höchst wahrscheinlich und zwar umsomehr, als man fast auf der ganzen Bauchseite des Embryos ein von gelben Pigmentkörnchen durchsetztes Gerinnsel wahrnimmt und die Anhänge nicht selten (vergl. Fig. 90 links) an den gehärteten Eiern an der Schale wie angekittet sind. Wheeler's Meinung, dass es gerade Stinkdrüsen, also Schutzorgane seien, hat gewiss Vieles für sich; der Beweis hiefür ist aber doch noch nicht erbracht. Es könnte sich ja auch um Absonderungen handeln, um die Aussenseite des Embryos schlüpfrig zu erhalten. Ich habe seinerzeit leider eine eingehende Prüfung der Sachlage beim lebenden Embryo unterlassen.

Mantis. Bekanntlich habe ich bereits in meinem Insectenbuch (19) einen *Mantis*-Keimstreif mit deutlichen Anhängen am ersten Abdominalsegment abgebildet und habe ich ferner an einer Stelle dieses Buches (S. 425) auch bemerkt, dass gelegentlich auch am zweiten Segment „Spuren" von solchen vorkommen.

Meine neuen Präparate, welche sich bisher leider nur auf wenige Entwicklungsabschnitte beziehen, zeigen speciell hinsichtlich der Abdominalanhänge manche wichtige Verhältnisse, die mir seinerzeit an minder gelungenen Präparaten entgangen waren.

Vor Allem finde ich am ersten Abdominalanhang (Fig. 143 $a_1 a$), der auch hier wieder die stärkste Entwicklung erreicht, wenigstens bei den meisten Präparaten, ein Verhalten, wie es bisher noch von keinem Insect sicher bekannt ist. Der erste Abdominalanhang zeigt nämlich eine unverkennbare Andeutung einer Gliederung in zwei Abschnitte. Von diesen Abschnitten nimmt der proximale oder basale, der medianwärts vom winzigen Stigma sich befindet, ungefähr die Hälfte der Breite des Segmentes ein und hat die Form einer kurzen, etwas flach gedrückten Walze, die ein wenig schief von ihrer Basis aus nach innen und hinten gerichtet ist.

Der zweite oder distale Abschnitt, den man füglich auch als Endglied bezeichnen kann, ist etwas länger, schon vom Grund aus beträchtlich schmäler und hat die Gestalt eines Fingers.[1]

Unter den zahlreichen Keimstreifen, die ich (im isolirten Zustand) in Sagittalschnitte zerlegt habe, fand ich ferner auch einen, an dem, wie Fig. 145 lehrt, das Endglied des ersten Anhanges ($a_1 a$) ganz ausserordentlich lang ist.

An solchen Längs-, sowie auch an Querschnitten überzeugt man sich auch am sichersten, dass das basale oder Grundglied des ersten Anhanges auch wirklich zu diesem und nicht etwa zum Stamm gehört.

Ich möchte schon an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, dass die ungewöhnliche Länge der ersten Abdominalextremitäten von *Mantis*, welche bekanntlich als eine sehr ursprüngliche Form gilt, unter allen bisher bekannt gewordenen embryologischen Thatsachen am meisten für die Ableitung der Insecten von wirklich polypoden Vorfahren spricht.

[1] Die Plastik dieser und der anderen Anhänge sieht man besser vor als nach der Aufhellung in Öl und Balsam. Auch müssen unbedingt wenigstens die Hinterbeine auf einer Seite entfernt werden.

Es hat aber dieser Anhang keineswegs an allen gleichalterigen Keimstreifen die oben erwähnte differenzirte Gestaltung. Häufig fehlt nämlich der fingerförmige Endtheil als selbständiges Gebilde, in welchem Fall dann der Basaltheil etwas verlängert und an der Spitze abgerundet erscheint. Auch besitze ich Keimstreifen (vergl. Fig. 144 $a_1 a$), an denen der Anhang nicht medianwärts, sondern derart nach hinten gerichtet ist, dass die am vorliegenden Präparat zwischen dem ersten und zweiten Segment sichtbare stark durchsichtige Intersegmentalzone durch den Anhang zum Theil überbrückt und verdeckt wird. In diesem Fall erinnert dann das Gebilde einigermassen an das von *Melolontha* und *Hydrophilus*.

Sehr deutliche Ansätze von Extremitäten findet man aber auch an allen übrigen Hinterleibssegmenten. Als solche erweisen sich nämlich die stumpfen, medianwärts vom Stigma befindlichen und ihrer Lage nach vollkommen dem ersten Anhang entsprechenden taschenartigen Ausstülpungen, welche, gleich dem Anhang des ersten Segmentes, einen hohlen Mesoblastsack in sich einschliessen. An diesen bisher unbekannt gebliebenen Gebilden, die ohne Ausnahme an allen Keimstreifen des betreffenden Stadiums, sowie auch schon jüngerer Phasen vorkommen, erscheint, was noch hervorgehoben zu werden verdient, insbesondere die hintere Wand derart verdickt, dass sie bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck einer ganz selbstständigen Leiste macht.

Lehrreich ist in dieser Beziehung der Querschnitt in Fig. 147. Er geht rechts mitten durch den Anhang ($a_2 a$) des zweiten Segmentes, links aber durch die intersegmentale Zone. Für die Extremitätennatur der in Rede stehenden Ectodermaussackungen spricht insbesondere auch der Umstand, dass in ihnen ein besonderer Mesocoel-Divertikel vorhanden ist.

Ausdrücklich sei dann noch bemerkt, dass (vergl. Fig. 143) die Spitze der dem ersten Anhang folgenden Stummeln über das Basalglied des ersten Anhanges hinausreicht. Die hinteren Anhänge erweisen sich somit gegenüber dem ersten Anhang als beide Glieder des letzteren in sich vereinigende, aber nicht zur Sonderung bringende und zugleich als etwas verkürzte Anlagen.

Nicht recht klar bin ich über die Deutung der stark entwickelten Afterborsten (a_{11}), welche sich, wie mir scheint, von dem Zeitpunkt an zu entfalten beginnen, wo sich der Schwanztheil auf den Bauch umschlägt. Ich glaube nämlich, man kann sie nicht so ohne Weiteres, wie dies Ayers hinsichtlich *Oecanthus* und Cholodkowsky betreffs *Blatta* thut, mit den übrigen Segmentanhängen homologisiren. Die Vergleichung wird nämlich hier dadurch erschwert, dass die den Beinen homologen übrigen Anhänge medianwärts gerichtet sind, während die Analfortsätze sich namentlich anfangs stark nach aussen wenden. Andererseits spricht aber wieder das Verhalten der Mesoblastsäcke für die Homologisirung.

Was dann das Schicksal der ersten Abdominalanhänge betrifft, so möchte ich glauben, dass sie hier nicht sackartig werden, sondern bald verschwinden. Wenigstens finde ich an Embryonen mit geschlossenem Rücken keine Spur mehr von diesen Gebilden.[1]

Lepidoptera. Da sich, wie wir unten hören werden, an die Abdominalanhänge dieser Insecten, sowie der Hymenopteren, wichtige phylogenetische Fragen knüpfen, so liess ich es mir besonders angelegen sein, ihre ersten Zustände so genau als möglich zu erforschen, denn, wie ich schon wiederholt betonte, derartige Speculationen müssen doch wenigstens auf eine sichere Basis sich stützen können.

Zunächst ist aber auch eine nähere Prüfung der bisher vorhandenen, im Ganzen recht dürftigen Angaben erforderlich.

[1] An den zum Ausschlüpfen reifen Embryonen wird die Stelle, wo anfänglich die ersten Abdominalanhänge sich befinden, grösstentheils von den Hüften der Hinterbeine eingenommen.

Hier noch ein paar Worte über weitere Verhältnisse beim Ausschlüpfen der *Mantis*-Embryonen. Sie kommen zwischen den Mittelschüppchen der Oberseite der Gleba hervor. Dort streifen sie dann eine dünne Chitinhaut ab, welche mehr wie ein lockeres Futteral, als wie eine eigentliche Hautdecke aussieht, was namentlich von den Extremitäten gilt. Dabei ist die Matrix in zahlreiche zierliche Fältchen gelegt, und so erklärt es sich, dass das junge Thier nach dieser ersten Häutung mindestens zweimal so lang als vorher ist.

Bekanntlich gab Kowalevsky in Fig. 10, Taf. XII seiner grundlegenden Arbeit über die Embryologie der Würmer und Arthropoden bezüglich *Sphinx populi* eine Darstellung, nach welcher frühzeitig deutliche und den Beinen homologe Extremitätenanlagen nicht nur an jenen Abdominalsegmenten vorkommen sollten, wo später die Raupen-Bauchfüsse sich befinden, sondern auch an allen übrigen Somiten, die im postembryonalen Zustand ohne Anhänge sind. Die betreffenden Anlagen erscheinen ferner auf der genannten Figur als sehr distincte zapfenartige Gebilde ungefähr in der Mitte der beiden Längssegmenthälften, von welchen letzteren sie sich scharf abheben sollten.

Später wurden diese Anhänge von Tichomirof und S. Selvatico (70*) bei *B. mori* untersucht. Ersterer sagt hierüber S. 41: „Holzschnitt 26 zeigt das Stadium, in welchem zwei neue Bildungen sichtbar werden, nämlich erstens 7 Paare von Luftlöchern (vom zweiten bis zum achten Abdominalsegment) und dann die Bauchfüsse. Letztere werden an allen Segmenten sichtbar, mit Ausnahme des ersten. Bezüglich der letzteren konnte ich mich aber nicht überzeugen, dass sie, wie solches Kowalevsky für *Hydrophilus* angibt, aus einer mit dem Ringwulst der Stigmata gemeinsamen Anlage hervorgehen. Dieser Ringwulst tritt vielmehr erst später auf."

Weiter heisst es dann noch S. 42: „Die Bauchfüsse, welche ursprünglich an allen Abdominalsegmenten, mit Ausnahme des ersten, vorkommen, existiren in ihrer vollen Zahl nur kurze Zeit. Fünf Paare von ihnen, nämlich jene, welche dem 3., 4., 5., 6. und 9. Segment angehören, beginnen sich schnell zu entwickeln, während die übrigen ganz unmerklich in der Masse der Stammhypodermis verschwinden."

Besichtigen wir noch behufs Ergänzung dieser Angaben die betreffenden Figuren, so zeigt sich Folgendes. Zunächst ist am Holzschnitt Fig. 26 am ersten Abdominalring thatsächlich und im Gegensatz zu Kowalevsky nicht die geringste Andeutung einer Extremitätenanlage (und eines Stigmas) zu sehen. Was dann die übrigen als solche gedeuteten Erhebungen betrifft, so erscheinen sie auf der genannten Figur bei weitem nicht so stark wie bei Kowalevsky. Man sieht nur ganz schwache, kaum als Höcker geschweige als Zapfen zu bezeichnende hügel- oder kuppenartige kreisförmig umgrenzte Wölbungen, die fast zwei Drittel der Breite der Segmente einnehmen. Diese Segmentkuppen, die auf keinem Fall den Namen Anhänge verdienen, liegen auf allen Segmenten, mit Ausnahme des analen, sehr nahe an der Medianlinie. Das letzte Paar gehört aber nicht, wie man aus der oben citirten Stelle schliessen könnte, dem neunten, sondern dem eilften oder dem primären Analsegment an, denn Tichomirof lässt ja an einer anderen Stelle die sogenannten Nachschieber aus den sogenannten, dem Analsegment angehörigen Schwanzlappen hervorgehen.

An Tichomirof's Holzschnitt, Fig. 27, der ein etwas älteres Stadium darstellt, fehlen die gewissen Protuberanzen nicht blos am ersten, sondern auch am zweiten Segment. Dafür sind sie an den übrigen stärker, erscheinen einander in der Mittellinie fast bis zur Berührung genähert und ragen auch bereits als wirkliche Anhänge über den Hinterrand der Segmente hinaus. Und zwar finden wir dieses Verhalten an Tichomirof's Figur nicht etwa bloss an den die definitiven Bauchfüsse tragenden Segmenten, sondern speciell auch am 7., 8., 9. und 10. Somit. Erst im weiteren Stadium, Fig. 28, sind die angeblichen Anhänge der letztgenannten Segmente verschwunden und sieht man blos noch die Anlagen der Bauchfüsse vom dritten bis sechsten Somit. Diese Anlagen erscheinen kleiner als im früheren Stadium und nicht mehr als über den Hinterrand der Segmente hinausragende Taschen, sondern als kreisrunde Höcker. Auffallenderweise lässt aber Tichomirof im nächsten Stadium, Fig. 29, die Hinteranhänge abermals (namentlich rechts) als kreisförmig umschriebene Gebilde hervortreten.

Auf den ausserordentlich naturgetreuen Abbildungen von Selvatico (70*) ist von Abdominalanhängen ausser denjenigen der Larvenbauchfüsse absolut Nichts angedeutet und geschieht ihrer auch im Text keine Erwähnung.

Eine weitere Angabe stammt dann von mir (20) und zwar in Bezug auf einen schon in den Siebziger-Jahren präparirten *Gastropacha*-Keimstreif. Ich fand an dessen Abdomen zur Zeit, wo schon die Beine

hervorknospen, keine Spur von Extremitätenanlagen — „die betreffenden Segmente sind hier vollkommen glatt" — und glaubte deshalb die Abdominalanhänge der Raupen als secundäre Bildungen auffassen zu dürfen, eine Ansicht, der, wie wir unten noch hören werden, neuerdings auch Haase beitrat. Dagegen hält es Cholodkowsky (11, S. 99) „für vollkommen gerechtfertigt, den polypoden Insectenlarven, wie z. B. den Raupen, eine grosse phylogenetische Bedeutung beizulegen". Zugleich verweist er auf Balfour (2), der aber, wie ich glaube, mit Unrecht speciell zwischen *Peripatus* und den Raupen eine grosse Ähnlichkeit findet.[1]

Erwähnt sei noch kurz eine, wie sich zeigen wird, und wie zum Theile auch schon aus Tichomirof's Angaben erhellt, noch keineswegs als richtig erwiesene Auffassung Haase's (33) bezüglich der sogenannten Nachschieber. Er sagt nämlich Seite 403: „Als besondere nicht auf die (den Beinen homologen) Cerci zurückführbare Bildungen sind die am letzten Segment unterhalb des Afters liegenden Nachschieber zu betrachten", und dann S. 405: „die Nachschieber haben sich vielleicht direct von den Trichopteren-Larven auf die Schmetterlinge vererbt, und würden dann ebenfalls dem 10. Abdominalsegment zuzusprechen sein."

Ich selbst habe in der letzten Zeit an zahlreichen und zum Theile mit grösster Mühe präparirten Keimstreifen nicht nur die Zustände bei *B. mori*, sowie bei *Gastropacha* auf das eingehendste geprüft, sondern meine Untersuchungen auch noch auf *Pieris*, sowie auf *Zygaena* ausgedehnt.

Darf ich das Hauptergebniss meiner Untersuchungen gleich voraussstellen, so ist es dies, dass erstens die Frage des Vorkommens oder Nichtvorkommens einer „continuirlichen Reihe abdominaler Extremitätenanlagen" mit Rücksicht auf die ausserordentlich geringe Entwicklung dieser Anlagen nicht einfach mit Ja oder Nein beantwortet werden kann, und dass zweitens die Frage, ob die betreffenden Vorsprünge, auch wenn sie wirklichen Extremitätenanlagen entsprächen, auf primäre oder secundäre Anhänge zu beziehen sind, beim gegenwärtigen Stande unserer Kenntniss der embryonalen Abdominalanhänge überhaupt noch keiner exacten Lösung zugänglich ist.

Besichtigen wir nun zunächst, um ein anschauliches Bild der Sachlage zu gewinnen, in Fig. 111 einen Längsschnitt durch einen *Zygaena*-Keimstreif, an welchem die thoracalen Anhänge (th_1—$th_3 a$) bereits eine beträchtliche Länge erreicht haben, ja grösser sind, als man sie in Fig. 109 sieht. Was nun das Relief der Abdominalsegmente (a_1, a_2 etc.) anbetrifft, so zeigen sie wohl ganz schwache Wölbungen; letztere erscheinen mir aber keineswegs stärker entwickelt als es die Stammsegmente der Arthropoden im Allgemeinen sind, und dürfen daher, wenn man nicht den Thatsachen Gewalt anthun will, durchaus nicht ohne Weiteres als Extremitätenanlagen gedeutet werden.

An Längs- und Querschnitten durch etwas ältere Stadien tritt nun allerdings eine etwas stärkere Vorwölbung auf; als wirklich distincte Extremitätenanlagen erscheinen diese Wölbungen aber nur am 3. bis 6., sowie am 11. Segment, d. i. also dort, wo die wirklichen Bauchfüsse entstehen. Auch treten die ersten deutlichen Spuren wirklicher Abdominalanhänge hier im Vergleich zu jenen der Käfer und Geradflügler im Ganzen wohl etwas später auf.

Was nun das ältere in Fig. 112 abgebildete *Zygaena*-Stadium betrifft, wo die vier mittleren Bauchfusspaare ($a_3 a$—$a_6 a$) bereits ganz deutlich als Anhangsgebilde hervortreten, so ist zunächst zu constatiren, dass diese Bauchfussanlagen auffallenderweise nicht von vorne nach hinten, sondern in umgekehrter Ordnung sich entfalten, derart also, dass das hinterste Paar am meisten über die Stammoberfläche hinausragt. Weiters zeigt dann der Schnitt, und zwar in ganz unzweideutiger Weise, dass um diese Zeit weder auf den vorderen, noch — wie Solches bekanntlich Tichomirof in Fig. 27 für *B. mori* darstellt — auf den hinteren, im Raupenzustand ganz fusslosen Segmenten unzweifelhafte Spuren von Extremitätenanlagen sicht-

[1] Hier möchte ich bemerken, dass die gesperrt gedruckte Stelle S. 48 in Cholodkowsky's Abhandlung 11 nach einer brieflichen Mittheilung des genannten Forschers nicht, wie ich solches seinerzeit (23) annahm, auf die Raupen zu beziehen ist.

bar sind. Damit soll aber natürlich nicht im Entferntesten die Möglichkeit geleugnet werden, dass zwischen den betrachteten zwei Zuständen eine Phase existirt, in welcher schwache Extremitätenanlagen auf allen Segmenten vorkommen.

Ich wende mich nun zu *Bombyx mori*. Zunächst zeigt uns Fig. 107 einen Keimstreif mit schon deutlich angelegten gnathalen und thoracalen Gliedmassen, an dem aber noch keine Spur von abdominalen Extremitätenansätzen bemerkbar ist.

Anders verhält es sich mit dem etwas älteren Stadium Fig. 108. Hier sieht man auf allen Segmenten, mit Ausnahme des neunten und zehnten (a_9, a_{11}), zwar keine deutlichen Extremitätenanlagen, aber doch schwache kuppenartige Erhebungen, die immerhin als erste Anfänge von Extremitätenanlagen gedeutet werden könnten. Diese Erhebungen sind aber vor Allem, das sei besonders hervorgehoben, viel schwächer als die von Kowalevsky abgebildeten, und sind auch weniger scharf umgrenzt, als sie von Tichomirof im Holzschnitt 26 dargestellt werden, obwohl sonst die betreffende Wiedergabe seitens des genannten Forschers der Wirklichkeit sehr nahe kommt. Die erwähnten Kuppen, deren Fusstheil ganz allmälig sich verflacht, gehören vorwiegend der hinteren Hälfte der Stammtheile an, und fällt auch das Maximum ihrer Höhe nahe an den Hinterrand. Im Übrigen erscheinen sie aber den thoracalen Gliedmassenanlagen vollkommen homotop, und wäre in dieser Hinsicht auch kein Grund vorhanden, ihre Homologie mit den Abdominalanhängen anderer Insecten, z. B. der Käfer und Geradflügler, in Zweifel zu ziehen.

Im Gegensatz zu Tichomirof, der bekanntlich dem ersten Segment sowohl Stigmen, als auch die in Rede stehenden Extremitätenanlagen abspricht, ist noch ausdrücklich zu erwähnen, dass letztere an unserem Präparat thatsächlich auch in diesem Somit vorkommen. Die gewissen Kuppen sind aber hier — und das ist ein, wie mich dünkt, sehr schwer wiegender Unterschied gegenüber den Käfern und Geradflüglern — entschieden etwas niedriger als auf den folgenden Segmenten.

Leider fehlt mir ein naheliegendes älteres Stadium. Das, welches ich besitze, ist etwas jünger als dasjenige, welches Tichomirof im Holzschnitt Fig. 27 darstellt, zeigt aber die erwähnten und inzwischen noch schärfer abgegrenzten Kuppen nur mehr blos an denjenigen Segmenten, welche im Raupenstadium Anhänge tragen. Wenn wir also die Erhebungen der vorderen und hinteren Segmente, welche jedenfalls mit denen identisch sind, die sich zu wirklichen Extremitäten entwickeln, auch als Ansätze von Gliedmassen betrachten, so müssen wir doch unbedingt sagen, dass hier das Stadium der Pantopodie nur eine ganz ephemere Dauer hat.

Ähnlich wie bei *B. mori* scheinen die Verhältnisse bei *Pieris* zu liegen. Im Stadium Fig. 101 mit eben erst hervorgetretenen Thoracalgliedmassen fehlt noch jede Spur abdominaler Fortsatzbildungen. Dagegen ist im Stadium Fig. 102 der Zustand der jedenfalls mehr latent bleibenden Pantopodie schon fast vorüber, denn die gewissen auch hier hauptsächlich auf die Hinterpartie beschränkten Vorwölbungen der Stammsegmente sind vorwiegend nur mehr an den mittleren Somiten (a_3—a_6) deutlich erkennbar. Unter Anderem beachte man hier auch das Stigma (st_2) am ersten ganz glatten (beziehungsweise wieder glatt gewordenen) Segment und dann den auch schon von Tichomirof erwähnten Umstand, dass die Stigmenwülste mit den Extremitätenanlagen hier thatsächlich gar keinen Zusammenhang besitzen.

Ein älteres Stadium zeigt noch der Längsschnitt Fig. 113. Die mittleren Bauchfüsse ($a\,a$—$a_6\,a$) sind schon sehr deutlich als wirkliche Anhangsgebilde sichtbar, wobei auch hier wieder das letzte Paar ($a_5\,a$) weitaus prävalirt. Dagegen sind die folgenden Segmente (a_7—a_{10}) völlig glatt und zeigen auch die vordersten zwei ($a_1\,a$—$a_2\,a$), obwohl sie stärker vorgewölbt sind, keine Spur einer wirklichen Anhangsbildung.

Überaus lehrreich ist unser Schnitt noch wegen der Nachschieber (a_{11}). Diese entstehen nämlich, soviel ich bisher zu ermitteln vermochte, keineswegs — es war davon schon oben die Rede — wie Haase zu glauben geneigt ist, auf dem zehnten (a_{10}), sondern auf dem eilften oder Schlusssegment und erscheinen den mittleren Anhängen durchaus homotop, wenn sie auch um ein wenig weiter gegen die Mittellinie liegen.

Wir wenden uns schliesslich zu *Gastropacha*. Von dieser Form habe ich in meiner Polypodiearbeit ein Präparat abgebildet, dessen Hinterleibssegmente mir alle vollkommen glatt erschienen. Inzwischen gelang es

mir aber einen fast dem gleichen Stadium angehörigen Keimstreif, Fig. 103, zu erlangen, an welchem, namentlich in den mittleren Segmenten, deutliche Höckerbildungen zu erkennen sind. Sie sind wieder am stärksten am letzten fusstragenden Mittelsegment, d. i. am sechsten und nehmen nach vorne derart ab, dass das erste eben noch als etwas gewölbt bezeichnet werden kann. Dagegen erscheinen die hintersten Somiten (a_7—a_{10}) auch hier ganz glatt.

Am zugehörigen Photogramm erkennt man aber, dass auch die am stärksten entwickelten Anlagen der Mittelanhänge doch kaum als wirkliche Anhangsgebilde hervortreten.

Ebenso sind im Wesentlichen auch noch die Verhältnisse im beträchtlich älteren Stadium Fig. 104, nur mit dem Unterschiede, dass hier an den vordersten sechs Segmenten, und insbesondere an den vier mittleren, die mediane Hälfte jeder Seite etwas aufgewulstet und verdickt erscheint.

Dieser Zustand erhält sich auch noch längere Zeit, wobei aber die Wulstbildungen der ersten zwei Segmente nach und nach gänzlich verschwinden. Im Stadium Fig. 105 sind die Wülste nur noch auf den vier Mittelsegmenten sichtbar. Sie erscheinen hier vorwiegend nur am medianen Abschnitt jeder Segmenthälfte und sind die einander zugekehrten Wülste beider Seiten nur durch eine schmale, sehr dünnwandige Mittelzone getrennt.

In der Folge findet, wie namentlich Querschnitte zeigen, ein starkes Wachsthum, beziehungsweise eine starke Verbreiterung der zwischen den Bauchstummelanlagen befindlichen Mittelzone statt. Dadurch kommen dann die fast knopfartig erscheinenden Anhänge weiter lateralwärts und ungefähr in die Reihe der Beine zu liegen. Eine Ausnahme machen nur die jetzt schon sehr deutlichen Nachschieber (a_{11}), die noch immer der Medianlinie ziemlich nahe liegen.

Hymenoptera. Bekanntlich machte Bütschli die Angabe, dass am Keimstreif der Honigbiene zu einer gewissen Zeit auf allen Abdominalsegmenten an Gliedmassenanlagen erinnernde Höcker auftreten; Grassi konnte aber diese Beobachtung nicht bestätigen. In jüngster Zeit berichtet jedoch Carrière, dass bei der Mauerbiene (allerdings selten) wenigstens auf den beiden ersten Segmenten nach dem Erscheinen der Brustbeine „kleine Zäpfchen“ sichtbar werden, die freilich „nur von kurzer Dauer“ sind.

Das ist, soviel ich weiss, Alles, was bisher über embryonale Bauchanhänge der so grossen Abtheilung der Hautflügler bekannt ist. Aus diesem Grunde dürften nun die nachstehenden Untersuchungen über die einschlägigen Zustände bei einer Blattwespe (*Hylotoma*) als erster Beitrag zur genaueren Kenntniss dieser Gebilde wohl nicht ganz unwillkommen sein.

Mit Rücksicht auf die Darstellung, welche Haase (33) auf Grund der Angaben von Brischke und Zaddach von den Zuständen der Abdominalanhänge bei den Larven der Blattwespen gibt, scheint es mir angezeigt zu sein, zunächst an der Hand der Fig. 140 das Verhalten beim ausgeschlüpften Embryo kurz zu charakterisiren. Wir finden hier wirkliche Ventralanhänge zunächst vom zweiten (a_2) bis zum sechsten Segment (a_6), also fünf Paare. Die Lage dieser Gebilde stimmt im Wesentlichen mit der der Brustbeine überein, wenn sich auch die Hüfte der letzteren etwas weiter lateralwärts ausdehnt.

Im Ganzen sind sie der Medianlinie sehr nahe gerückt. Was aber ihre Form und ihre Beziehung zum Stamm betrifft, so können sie — und dies gilt auch von der erwachsenen Larve — nicht als eigentliche Gliedmassen betrachtet werden. Sie sind nämlich erstens absolut ungegliedert und besitzen ferner kein Gelenk, sondern erweisen sich, ähnlich etwa wie die Anhänge der *Eristatis*-Larven, als blosse zitzenartige Auswüchse, die, wegen der Weichheit der Stammhaut allerdings einer gewissen Bewegung fähig sind.

Ganz ähnliche u. A. auch von Haase als Nachschieber bezeichnete Anhänge findet man dann ferner noch am vorletzten oder zehnten Segment. Wenn aber Haase bezüglich letzterer sagt, dass sie u. A. bei *Nematus* in der Verlängerung der Thoracalbeine liegen und den letzteren orthostich sind, so ist dies bei *Hylotoma*, wenigstens im Raupenzustande, nicht der Fall. Hier stehen nämlich die Anhänge des zehnten Segmentes (a_{10}) ganz am Seitenrande und können somit diese entschieden lateralventralen Gebilde unmöglich den vorderen median-ventralen Bauchfortsätzen homotop gesetzt werden.

Ganz unstatthaft erscheint es mir aber auch, diese Anhänge des vorletzten Segmentes mit den Nachschiebern der Schmetterlinge zu homologisiren und zwar einfach deshalb, weil, so scheint es wenigstens, die eigentlichen Nachschieber bei den letzteren nicht auf dem vorletzten, sondern auf dem letzten Segmente entstehen.

Den Lepidopteren-Nachschiebern homotop sind vielmehr die bereits von Zaddach als „Afterspitzchen" bezeichneten und auch bei *Hylotoma* entwickelten Gebilde, die Haase als „Reste" der insbesondere bei *Lyda* stark entwickelten Cerci betrachtet.

Besichtigen wir nun die embryonalen Zustände. Da ist vor Allem hervorzuheben, dass im Stadium Fig. 134, wo die Brustbeine schon eine beträchtliche Länge erreicht haben und auch die Gliederung des Bauchmarks (bm_6) schon ganz deutlich ist, noch keine Spur von Bauchanhängen beobachtet werden kann. Von der völligen Abwesenheit solcher Bildungen überzeugt man sich auch am Längsschnitt Fig. 137. Hier zeigen wohl die Stammtheile auf der ganzen Rumpflänge eine schwache Wölbung, diese ist aber auf den Abdominalsegmenten keineswegs stärker als an den vorderen (gnathalen und thoracalen) Somiten, wo bereits Anhänge entwickelt sind.

Die ventralen Abdominalfortsätze werden erst sichtbar, wenn die Spitzen der Hinterbeine die Mitte des zweiten Hinterleibsstückes erreicht haben. Ihr Vorkommen beschränkt sich aber hier keineswegs auf diejenigen Segmente, welche im Larvenzustande „Bauchfüsse" tragen, sondern sie zeigen sich an sämmtlichen eilf Somiten. Was die Beschaffenheit der Anlagen der Bauchanhänge anlangt, so sind sie wenigstens an gut präparirten Keimstreifen, deren Herstellung freilich einen seltenen Grad von Geduld und wohl auch einige Übung erfordert, entschieden viel deutlicher als bei den Lepidopteren trotzdem bei den letzteren die larvalen Bauchstummeln einen viel höheren Grad von Entfaltung und Differenzirung zeigen.

Ein möglichst naturgetreues Bild dieser Anlagen gibt Fig. 135. Sie liegen ($a_1 a$, $a_2 a$) unmittelbar neben den Bauchmarksknoten (bm_2) und mehr in der hinteren Partie der Segmente, über welche sie zum Theile, wie die Querschnitte lehren, in der Regel ein wenig hinausragen.

Ihre Gestalt ist die eines stumpfen Zäpfchens oder auch (vergl. Fig. 136, a_1,a $a_2 a$) einer dem Stammtheil aufsitzenden Halbkugel. Ein Vergleich mit dem Lepidopteren-Keimstreif in Fig. 103 lässt ferner erkennen, dass die *Hylotoma*-Anhänge einen viel geringeren Umfang haben und auch viel weiter von der Medianlinie abstehen. Viel mehr als an die ziemlich verschwommenen und zum Theile sogar zweifelhaften Anlagen der Lepidopteren-Gebilde erinnern sie an die hinteren Ansätze von *Melolontha* in Fig. 57. Bemerkenswerth ist die Lage der letzten zwei Paare. Entsprechend der definitiven Stellung rücken zunächst die Anhänge des zehnten Segmentes ($a_{10} a$) sehr frühzeitig etwas weiter lateralwärts. Umgekehrt liegen die des Aftersegmentes ($a_{11} a$) schon ursprünglich fast unmittelbar nebeneinander. Letztere Position erklärt sich aber einerseits durch die Schmalheit des Endringes und dann zweitens aus dem Umstande, dass hier die Ganglien fehlen. Selbstverständlich kommt hiebei noch die Anpassung an den äusseren Afterapparat in Betracht.

Präcisiren wir noch näher die Beziehungen zwischen der Grössenentfaltung der Anlagen und jener der bleibenden Bauchstummeln, so können wir sagen, dass die definitiven Larvenbauchanhänge fast auf dem Stadium der Anlage beharren, und dass jedenfalls nur eine sehr schwache Entwicklung stattfindet. Dies scheint mir aber in phylogenetischer Hinsicht insoferne sehr beachtenswerth, als wir aus dem Unentwickeltbleiben der *Hylotoma*-Anhänge ersehen, dass die stummelartigen embryonalen Bauchanhänge anderer Insecten nicht nothwendig Rudimente von wirklichen den Brustbeinen gleichwerthigen Gliedmassen sein müssen.

Was das weitere Schicksal der Anlagen der Bauchanhänge betrifft, so gleicht es insoferne dem der Lepidopteren, als sie auf den Segmenten 1 und 7 bis 9, wo die Larve ohne Anhänge ist, sehr rasch wieder verschwinden. So finden wir z. B. am Längsschnitt des Keimstreifs Fig. 138, wo die Spitzen der Hinterbeine noch nicht das dritte Hinterleibssegment erreicht haben, keine Spur mehr von ihnen.

Man sieht sie nur vom zweiten ($a_2 a$) bis zum sechsten Segment ($a_6 a$), sowie an den Schlusssegmenten. Die Figur zeigt aber hinten blos $a_{10} a$.

Ebenso zeigt selbstverständlich der noch ältere Keimstreif in Fig. 139 blos noch die den Larvenanhängen entsprechenden Ansätze. Zugleich überzeugt man sich, dass letztere in der That sehr unentwickelt bleiben. Es sind, wie schon Eingangs erwähnt wurde, keine gelenkig eingepflanzten Extremitäten, sondern nur zitzenartige kleine Aussackungen.

3. Kurze vergleichende Übersicht und einige phylogenetische Bemerkungen.

Ein vergleichender Überblick über die beschriebenen embryonalen Bauchanhänge zeigt uns zunächst zweierlei Hauptzustände. Es ist da einerseits der Zustand der Käfer und Geradflügler, bei denen durchgehends, wenn wir von den Afterfortsätzen ganz absehen, die Anhänge des ersten Segmentes weitaus am stärksten und zuweilen (*Stenobothrus* und *Lina*) ganz oder doch fast ganz allein entwickelt sind, und wir haben andererseits den Zustand der Schmetterlinge und Hautflügler, wo die Anhänge des ersten Segmentes nicht nur nicht prävaliren, sondern zum Theil sogar schwächer als die übrigen sind, und mitunter (Schmetterlinge) vielleicht ganz fehlen. Zum erwähnten Unterschiede gesellen sich aber noch andere. So treten die abdominalen Extremitätenanlagen der Lepidopteren und Hymenopteren etwas später auf, als die der Käfer und Geradflügler und verschwinden auch mit Ausnahme der Ansätze der larvalen Bauchanhänge viel früher. Auch ist der Umstand wohl zu beherzigen, dass die in Rede stehenden Anhänge der letztgenannten Insecten, wenn von den After- und den äusseren Genitalfortsätzen abstrahirt wird, ausschliesslich nur auf die embryonale Zeit beschränkt bleiben, während es sich bei den anderen Formen um Anlagen wirklicher Locomotionsvorrichtungen handelt.

Aber auch innerhalb der genannten beiden Hauptzustände gibt es wieder manche erhebliche Abweichungen, die wir umsomehr beachten müssen, weil sie an blossen Anlagen auftreten, wo naturgemäss Differenzen eine grössere morphologische Bedeutung und Tragweite als an völlig entwickelten Theilen besitzen.

Ich will hier nur kurz an einige Unterschiede innerhalb der verhältnismässig am genauesten erforschten Abtheilung der Käfer und Geradflügler erinnern. Wir können da vorläufig — eine definitive Eintheilung erfordert noch viele neue Untersuchungen! — dreierlei Zustände unterscheiden. Der erste Zustand, der sich bei *Melolontha*, sowie bei allen bisher untersuchten Geradflüglern (wahrscheinlich *Mantis* ausgenommen) vorfindet, charakterisirt sich dadurch, dass sich die Anhänge der Hinterleibsbasis in drüsen-, beziehungsweise in kiemenartige Säcke von zuweilen *(Melolontha)* sehr grossem Umfang verwandeln.

Eine zweite Modification repräsentirt *Hydrophilus* mit seinen zweilappigen Anlagen, von welchen die des ersten Segmentes im Vergleich zu denen der früher genannten Formen ziemlich klein und indifferent bleiben.

Einen dritten Zustand weist dann *Lina* auf, wo überhaupt die Anhänge nur am ersten Segment angelegt werden, wobei auch diese fast unmittelbar nach ihrem ersten Auftreten wieder spurlos verschwinden.

Untersuchen wir nun ganz kurz die phylogenetische Bedeutung der den Beinen sich zunächst anschliessenden embryonalen Bauchanhänge.

Da dürfen wir nun, glaube ich, wie ich dies schon früher und namentlich in der Polypodiearbeit ausgesprochen habe, zunächst bezüglich der einschlägigen Gebilde der Geradflügler und Käfer mit ziemlicher, wenn auch nicht mit voller Sicherheit annehmen, dass sie Überbleibsel eines ehemaligen poly-, beziehungsweise pantopoden Zustandes sind. „Fraglich — sagte ich S. 613 meiner Polypodiearbeit und das gilt wohl auch heute noch — bleibt aber vorläufig die Beschaffenheit der Abdominalgliedmassen der polypoden Insectenvorfahren.“ Während ich aber am gleichen Ort dann noch sagte: „a priori scheint allerdings die Annahme am meisten für sich zu haben, dass die Anhänge des Abdomens, ähnlich etwa wie bei den Myriopoden,

denen des Thoracalabschnittes glichen, also wahre Beine waren" und mich hiebei auch auf die Tysanuren berief, geht zum Theile im Anschluss an Haase u. A. Cholodkowsky viel weiter, indem er meint, die Entwicklung von *Blatta* „scheint jedenfalls keinen Zweifel mehr darüber zuzulassen, dass die Insecten von myriopodenartigen Geschöpfen abzuleiten sind."

Obwohl ich nun in Folge meiner neuen Erfahrungen dieser ja auch von mir als wohl möglich bezeichneten Annahme mehr als früher zuneige, so möchte ich doch davor warnen, die Sache schon als ausgemacht anzusehen, weil wir uns dadurch selbst den Weg zu weiterer Forschung verlegen würden.

Indem ich zunächst von den vielen und zum Theile sehr grossen anatomischen Differenzen, sowie von den Unterschieden der embryonalen und postembryonalen Entwicklung ganz absehe, welche einer unmittelbaren Ableitung der Insecten von den heutigen Myriopoden und speciell auch von *Scolopendrella* hinderlich sind, sei hier zunächst nur das Verhalten der Abdominalanhänge allein ins Auge gefasst. Zunächst kann selbstverständlich nicht geleugnet werden, dass die embryonalen Insectenbauchanhänge Überreste myriopodenartiger Beine sein können. Die Frage ist aber die, welche ihnen selbst anhaftende Merkmale darauf hindeuten, dass sie auch wirklich solche sind, oder, wie Cholodkowsky sich ausdrückt, „sein müssen". Nun, was speciell die von Cholodkowsky erwähnte *Blatta* betrifft, so kann ich weder im Text noch in den Abbildungen desselben irgend ein derartiges Merkmal auffinden. Die betreffenden Anhänge erscheinen auf den Figuren, wo sie überhaupt deutlich von der Umgebung abgegrenzt sind, als kurze und völlig ungegliederte, taschenartige Ausstülpungen, „aus denen — wie ich mich in einer früheren Schrift (23) ausgedrückt habe — falls sie sich weiter entwickelten, ebenso gut breite kiementaschen- oder flossenförmige, als gestreckte beinartige Anhänge werden könnten".

Und was speciell die sich allein stärker entwickelnden Anhänge der Hinterleibsbasis betrifft, welche bekanntlich auch bei *Blatta* gestielte Säckchen, beziehungsweise nach Cholodkowsky gestielte Knöpfe bilden, so würden diese — wie ich gleichfalls schon in der letztcitirten Arbeit hervorhob — für sich allein betrachtet „eher gegen die in Rede stehende Annahme sprechen."

Mit mehr Grund als das Verhalten bei *Blatta* könnte nach dem, was wir bisher wissen, der Zustand bei *Mantis* (Fig. 143 $a_1 a$) für die Beinnatur unserer Anhänge geltend gemacht werden. Hier erscheinen nämlich die Anlagen des ersten Segmentes, wie wir gesehen haben, zu einer gewissen Zeit, deutlich wenigstens in zwei aufeinanderfolgende Glieder getheilt, ein Verhalten, das auch bei *Melolontha* (Fig. 143 $a_1 a$), *Hydrophilus* und *Stenobothrus* angedeutet ist. Aber auch bei diesen Formen bleiben die übrigen Anhänge ausserordentlich klein und durchwegs ungegliedert, und haben wir ferner auch kein Recht, die früher erwähnten zweigliederigen Anhänge ohne Weiteres als verkümmerte mehrgliederige Beine anzusehen. Es ist ja doch wohl die Möglichkeit nicht ganz auszuschliessen, dass diese hinteren Extremitätenknospen, ähnlich wie wir es bei *Hylotoma* sehen, bei den polypoden Vorfahren der Insecten auch im freien Lebenszustand ungegliedert waren und so vielleicht in mancher Beziehung mehr den Anhängen von *Peripatus* als denen der eigentlichen Myriopoden glichen.

Als Anlagen myriopodiformer Gliedmassen kommen mir ferner die zweilappigen Anhänge von *Hydrophilus* sehr fragwürdig vor. Leider ist uns die embryonale Entwicklung der Myriopoden noch sehr wenig bekannt und fehlen speciell auch genauere Darstellungen des Keimstreifs dieser Thiere; aber soviel kann man doch aus den vorliegenden Abbildungen entnehmen, dass die für unsere Frage doch in erster Linie zu berücksichtigenden embryonalen Anlagen der entsprechenden Myriopodenbeine nicht zweilappig sind.

Da schon von den Myriopoden die Rede ist, sei noch erwähnt, dass speciell bei *Lithobius*, von dem uns Zograf (82) gute Keimstreifbilder gibt, die Beinansätze vor Allem schon eine ganz andere Lage als die embryonalen Abdominalanhänge der Insecten haben. Mit Rücksicht darauf, dass insbesondere Haase und Grassi (27, 28) einer näheren Anknüpfung mit *Scolopendrella* das Wort reden, möchte ich meinen, dass alle derartigen Betrachtungen der Basis entbehren, solange die Embryologie der betreffenden Formen ganz unbekannt ist.

Wie vorschnell es wäre, aus der Ähnlichkeit der Anlage der abdominalen Anhänge einer- und der thoracalen Gliedmassen andererseits auf eine ehemalige Übereinstimmung der ganz entwickelten Zustände zu schliessen, mag u. A. auch noch daraus erhellen, dass ja die Anlagen der Kiefer denen der Beine noch viel ähnlicher sind und trotzdem vom Beintypus oft sehr abweichende Anhangsgebilde liefern.

Eine weitere Frage ist die, ob die embryonalen Bauchanhänge der Insecten eine nähere Beziehung zu den entsprechenden Ventralgebilden der Thysanuren besitzen, welche insbesondere auch Haase (33) im Anschluss an die grundlegenden Auseinandersetzungen Brauer's als den höheren oder pterygoten Insecten (Brauer's) sehr nahe stehend bezeichnet.

Haase vergleicht in dieser Hinsicht die abdominalen Anhänge des Pterygoten-Keimstreifs in erster Linie mit den insbesondere bei *Campodea* und *Machilis* fast an allen Bauchsegmenten nachgewiesenen und durch auffallend grosse Kerne ausgezeichneten drüsen- und blutkiemenartigen Ventralsäcken. So sagt er u. A. in seinem ersten Aufsatz über diese Gebilde (31, S. 27): „Dazu kommt noch, dass sie (nämlich die Ventralsäcke) bei den pterygoten Insecten während des Embryonallebens ebenfalls in einer Lage zu den Extremitäten auftreten, welche der bei Thysanuren und Symphylen nachgewiesenen entspricht, indem der blasige Sack stets innerhalb des Hüftgliedes oder des beinartigen Abdominalsporns liegt, wie V. Graber Ähnliches in der Entwicklung des *Hydrophilus* hervorgehoben hat." Um nun zunächst gerade die *Hydrophilus*-Anhänge in Betracht zu ziehen, so zeigen diese auf einer gewissen, z. B. auf der in unserer Fig. 42 dargestellten Entwicklungsstufe in der That namentlich durch ihre Zweilappigkeit auf den ersten Blick eine fast überraschende Ähnlichkeit mit dem Verhalten der Ventralsäcke, wie sie Haase in seiner Fig. 4 (33) von *Machilis* darstellt. Gleichwohl aber scheint mir diese Ähnlichkeit bei näherer Untersuchung nur eine ganz oberflächliche zu sein. Während nämlich u. A. die *Machilis*-Säcke am freien Rande ungemein langer, fast die ganze Segmentbreite einnehmender Integumentaussackungen liegen, ragen die ganz oder doch nahezu homotopen „Anhänge" von *Hydrophilus* nur zum Theile und auch nur ganz wenig über den Hinterrand der Segmente hinaus. Aus der Besichtigung der ersten Ansätze der Abdominalgebilde von *Hydrophilus* in Fig. 38 ergibt sich ferner, dass sie keineswegs, wie Haase angibt, innerhalb des Hüftgliedes liegen, sondern, wie schon oben dargelegt wurde, in örtlicher Beziehung vollständig mit den Beinanlagen übereinstimmen, und sonach den Beinen selbst und nicht deren Nebentheilen homolog, beziehungsweise homodynam sind.

An einer anderen Stelle (33, S. 369, Anmerkung) vergleicht Haase die embryonalen Säckchen an der Hinterleibsbasis von *Blatta (Phyllodromia)* auf Grund der Präparate Cholodkowsky's mit denen von *Campodea*. „Der Sack — den Cholodkowsky im ausgebildeten Zustande als ganz soliden Körper betrachtet — scheint mir noch etwas hohl zu sein und die gelbliche, stark lichtbrechende Färbung des Plasmas der Epithelzellen erinnert sogleich an die Bauchsäckchen besonders von *Campodea* und eine schon von Rathke berührte drüsige Function dieses Epithels."

Indessen scheint mir auch diese Vergleichung nicht recht zutreffend zu sein. Bei *Campodea* fehlen nämlich nach Haase's eigener Darstellung (33, Fig. 2) die Ventralsäckchen gerade am ersten Segment, wo sie bei *Blatta* und den übrigen Geradflüglern allein entwickelt sind, und an ihrer Stelle beziehungsweise, so scheint es, etwas weiter lateralwärts,[1] treten hier deutlich zweigliederige Anhänge auf, die Haase wohl mit vollem Recht als wirkliche Homologa der Brustbeine betrachtet. Mit mehr Recht könnte man vielleicht die ersten Abdominalanhänge gewisser Pterygoten-Embryonen mit den eben genannten *Campodea*-Stummelbeinen in Beziehung bringen. Hiebei habe ich vor Allem *Melolontha* und insbesondere *Mantis* (Fig 143 $a_1 a$) vor Augen, bei welchen diese

[1] Ich besitze ein junges Exemplar einer *Campodea*, an der diese Stummeln nicht so hart am Seitenrand liegen, wie in Haase's Figur. Möglicherweise ist aber diese Differenz nur eine scheinbare, insoferne an meinem stark gequetschten Präparat die Randpartie stärker ausgedehnt wurde.

Anhänge zu einer gewissen Zeit zwar nicht ganz aber doch beinahe ebenso deutlich zweigliederig wie bei *Campodea* sind.

Speciell bei *Melolontha* geht nun bekanntlich allerdings der zweigliederige und beinstummelähnliche Zustand sehr bald in den sackartigen über; allein dies wäre kein Hinderniss, am erwähnten Vergleich festzuhalten, da ja der sackartige Zustand ganz wohl als eine spätere Anpassung aufgefasst werden könnte und zum Theile auch schon thatsächlich aufgefasst worden ist.

Auch scheint bei *Mantis*, die ich bei dieser Vergleichung besonders im Auge habe, in der That gar keine Umwandlung des zweigliederigen Anhanges in wirklich sackartige Hohlgebilde zu erfolgen.

Es sei aber gleich hinzugefügt, dass auch diese Zusammenstellung keineswegs auf allgemeine Giltigkeit Anspruch machen kann, indem sich u. A. die zweilappigen Anhänge von *Hydrophilus* nicht wohl auf die Campodea-Stummeln zurückführen lassen, es wäre denn unter der selbst erst zu beweisenden Annahme, dass der zweilappige Zustand abermals kein ursprünglicher, sondern ein secundärer ist.

Auch bliebe selbstverständlich, wenn man auch die ersten Anhänge als Beinstummeln auffasste, immer noch die Deutung der übrigen sehr unsicher.

Eine besondere Beachtung verdient noch die Frage nach der phylogenetischen Bedeutung der Abdominalanhänge der *Hymenoptera* und *Lepidoptera.*

Betrachten wir zunächst die Raupenbauchfüsse der letzteren. Hinsichtlich dieser haben bekanntlich zuerst Th. Gossens (16) und L. Knatz (45) die Beobachtung mitgetheilt, dass bei den Raupen vieler Noctuiden einzelne Bauchfusspaare, z. B. die des dritten und vierten Segmentes, erst im nachembryonalen Leben entstehen, und dass hier also, um mich so auszudrücken, der vielfüssige oder polypode Zustand aus einem wenigfüssigen oder meropoden Zustand hervorgeht.

Mit Rücksicht auf dieses Factum und den Umstand, dass die larvalen Lepidopteren-Bauchanhänge überhaupt grossen und offenbar durch die Lebensweise der Raupen bedingten Schwankungen hinsichtlich ihrer Zahl und ihrer Entwicklung unterliegen, betrachtet sie nach dem Vorgange Brauer's und Anderer auch Haase als secundäre Bildungen, eine Auffassung, der ich in meiner Polypodiearbeit aus embryologischen Gründen beigetreten bin.

Dagegen neigt speciell Cholodkowsky (11) mehr der Ansicht zu, dass auch die Raupenfüsse primäre Abdominalanhänge sind, indem er S. 97 sagt: „es scheint also kein Grund vorzuliegen, die „pedes spurii" der Raupen als secundäre Bildungen zu betrachten".

Betrachten wir nun *Hylotoma*, so kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, dass hier im embryonalen Zustand wirklich eine continuirliche Reihe den Beinen homotoper Bauchanhänge vorhanden ist. Ebenso weiss ich keinen triftigen Grund, weshalb diese Anhänge nicht denjenigen der Geradflügler und Käfer homolog sein sollen.

Was dann die Lepidopteren anlangt, so ist zwar, wie wir gesehen haben, im Allgemeinen die volle Zahl der Bauchanhänge nicht mehr mit Sicherheit nachweisbar; es dürfen aber andererseits doch vielleicht gewisse prononcirtere Segmentkuppen als im völligen Verschwinden begriffene Überreste von Bauchanhängen pantopoder Vorfahren angesehen werden und dies umsomehr, als ja, was Haase entgangen zu sein scheint, von Patten bei den nahe verwandten Trichopteren sehr stark entwickelte embryonale Bauchansätze nachgewiesen wurden.

Um nun auf die larvalen Bauchanhänge zu kommen, so hat man, glaube ich, zweierlei zu beachten. Zunächst ist die schon erwähnte Thatsache nicht zu übersehen, dass manche erst postembryonal auftreten. Daneben darf aber auch die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass an der Stelle, wo die ausschlüpfende Raupe anhangslos ist, und wo erst später „Scheinfüsse" hervorknospen, doch die Anlagen dafür, wenn auch vielleicht in einem sehr latenten Zustand, schon im Embryo vorhanden sein und den primären Bauchanhängen der Urinsecten homolog sein können.

Bei dieser Auffassung würde also bezüglich des Hinterleibes auf einen wirklich oder latent pantopoden Embryonalzustand durch zeitweilige Unterdrückung der Anlagen ein meropoder, beziehungsweise auch

ein apoder Larvenzustand folgen, und würde dann erst aus diesem wieder ein poly-, beziehungsweise pantopoder neuer Larvenzustand sich ergeben.

Es ist aber auch, was ausdrücklich hervorgehoben werden muss, ein anderer Fall denkbar. Es ist nämlich denkbar, dass bei diesen Insecten der embryonale Pantopodiezustand selbst ein secundärer ist.

Es kann nämlich die primäre Pantopodie ganz verloren gegangen oder doch völlig latent geworden und ein bis auf die gewissen Afteranhänge ganz apoder Zustand entstanden sein, wie ein solcher u. A. bei vielen Fliegenmaden vorliegt. Darauf können, also rein secundär, durch Anpassung an bestimmte Lebensverhältnisse, an der Larve sich neue Bauchanhänge gebildet haben. Diese können dann ferner die Veranlassung gewesen sein, dass am Embryo Anlagen solcher Fortsätze auch an jenen Segmenten auftraten, welche im Larvenzustand anhangslos sind, wie uns denn ja u. A. die sogenannten Griffelbildungen bei *Campodea* und anderen Insecten ein lehrreiches Beispiel für eine solche Egalisirung der Arthropodenringe darbieten. Auf diese Weise wäre dann die secundäre Pantopodie der Embryonen entstanden.

Man hat sich aber schliesslich noch die Frage vorzulegen, ob nicht vielleicht diese secundäre Polypodie selbst als eine blosse Wiedererweckung eines primär vielfüssigen Zustandes aufzufassen ist.

VIII. Capitel.

Anlage und Differenzirung des Bauchmarks.

1. Einleitung und Übersicht der bisherigen Angaben.

Obwohl seit den grundlegenden Untersuchungen Hatschek's (34) über die erste Anlage des Centralnervensystems der Insecten schon ziemlich viele embryologische Arbeiten erschienen sind, die auch mehr oder weniger die Entwicklung des Gehirns und Bauchmarks behandeln, so ist doch, mit Ausnahme der schönen Ergebnisse Patten's über die Gehirnanlage, kaum ein bemerkenswerther Fortschritt zu verzeichnen und blieben selbst eine Reihe sehr naheliegender und relativ leicht zu lösender Fragen unaufgeklärt. Wie ich bereits in meiner Muscidenarbeit hervorgehoben habe, ist bisher merkwürdigerweise insbesondere das Studium der Bauchmarksanlage am isolirten Keimstreif ganz und gar vernachlässigt worden, offenbar in der leider noch immer von manchen Forschern getheilten Meinung, dass man ja, was aber nur vom theoretischen Standpunkt aus richtig ist, mittelst der Schnittmethode ohnehin Alles klarstellen könne.

In der Folge will ich nun den geehrten Fachgenossen in erster Linie gerade solche Totalansichten der Bauchmarksanlage vorführen, und wird man, glaube ich, daran erkennen, dass sich da thatsächlich, und zwar auch bezüglich der schon fast ausgebildeten Ganglien, manche neue Verhältnisse enthüllen, die dann freilich erst an Schnitten genauer zu untersuchen sind.[1]

Wir beginnen mit Hatschek's fast ausschliesslich auf Querschnitte von Keimstreifen der *Bombyx chrysorrhoea* gegründeten Angaben. Er zeigte zuerst, dass (S. 118) das Bauchmark — auf letzteres beschränke ich mich hier fast ausschliesslich — aus drei faltenartigen Ectodermwülsten entsteht, nämlich aus einer medianen einspringenden Falte und aus einem Paar der Medianfurche direct anliegender, nach aussen vorspringender Falten oder Wülste. Erstere Bildung nannte er Primitivfurche, letztere Primitivwülste, Ausdrücke, wofür wir nach dem Beispiele Tichomirof's (71) die Termini mediane und laterale Neuralfalte, beziehungsweise Neuralwulst oder Neuralstrang gebrauchen wollen. Speciell in den Primitivwülsten sondert sich das sonst überall einschichtig bleibende Ectoderm in zwei Zellenlagen, eine oberflächliche, die Hypodermis, und eine tiefe, welche letztere in den Primitivwülsten den Seitenstrang bildet.

Im folgenden Stadium (S. 120) hat sich die Medianfurche so sehr vertieft, „dass ihre Wandungen jetzt einen faltenförmig eingestülpten Strang mit spaltförmigem Lumen darstellen", den Mittelstrang. Die

[1] Vergl. hierüber auch Reichenbach (70, S. 81).

Bauchmarksanlage ist aber noch nicht gegliedert, und lässt sich vergleichen einem in Einstülpung begriffenen Medullarrohr mit verdickten und mehr selbständigen Seitentheilen.

„Dem Mittelstrang wird vorne durch die Oesophaguseinstülpung eine Grenze gesetzt. Die Seitenstränge erstrecken sich aber bis in den vorderen Theil des ersten Segmentes, wo sie mit den seitlichen Anlagen des Gehirns in Verbindung stehen, welche, als Verdickungen der Kopflappen entstehend, jetzt noch eine ziemlich flächenhafte Ausbreitung zeigen und sich auch noch nicht von den oberflächlichen Ectodermzellen losgelöst haben."

Wichtig für unsere eigenen Auseinandersetzungen sind Hatschek's Angaben über das Verhalten im nächsten Stadium (S. 121). Sie betreffen den Zustand der Anlage einerseits an den späteren Ganglien und andererseits auf den Zwischenstrecken.[1] Während Hatschek betreffs der ersteren oder der ganglionalen Strecke ausdrücklich anführt, dass der Mittelstrang mit den Seitensträngen verschmilzt und sich vom Ectoderm loslöst, gibt er hinsichtlich der Interganglionalstrecke an, dass „hier der Mittelstrang mit dem Epithel der Oberfläche im Zusammenhang bleibt und nur die Seitenstränge in die Bildung des Nervensystems eingehen, um die Längscommissuren zu bilden."

„Überdies verliert der Mittelstrang an diesen (interganglionalen) Stellen sein Lumen, indem dasselbe durch Höherwerden der Zellen des Bodens der Einstülpung gleichsam verdrängt wird. Auf diese Weise bildet sich nun zwischen je zwei Ganglien eine zapfenförmige Fortsetzung des oberflächlichen Epithels, durch welche die Continuität im mittleren Theile des Bauchstranges unterbrochen ist." Bezüglich des letzteren Verhaltens constatirt übrigens Hatschek selbst eine Ausnahme, indem er (S. 122) bezüglich der gnathalen Segmente, wo das untere Schlundganglion entsteht, hervorhebt, dass anfänglich auch hier „interganglionäre Zapfenbildung" eintritt, dass aber dieser Zapfen in die Bildung des Nervensystems einbezogen wird und eine Loslösung vom Epithel erfährt.

Was die histologische Differenzirung betrifft, so erwähnt Hatschek vor Allem (S. 122) ein longitudinales Faserbündel in der ganzen Ausdehnung der Lateralstränge.

„An manchen Querschnitten der Ganglienanlagen trifft man ausserdem noch einen queren Faserverlauf, der von einem Seitenstrang in den anderen übergeht, den Mittelstrang oberhalb des noch persistirenden Einstülpungsspaltes durchsetzend. Das Auftreten der Faserung in massigen scharf abgegrenzten Fasersträngen scheint der Anschauung günstig zu sein, dass die Nervenfasern durch fibrillären Zerfall von Zellen entstehen". — Ähnliche Verhältnisse hat dann nach Hatschek's Angabe Reichenbach auch bei *Vespa* constatirt.

Weitere Mittheilungen über die Bauchmarksanlage, und zwar gleichfalls wieder bei Schmetterlingen, *(B. mori)* machte Tichomirof, und darf ich wohl die wesentlichsten Punkte schon aus dem Grunde hervorheben, weil sie den deutschen Fachgenossen bisher grösstentheils unbekannt geblieben sind. Tichomirof constatirt zunächst, und zwar gleichfalls an Schnitten, eine Verdickung des Ectoderms beiderseits der Medianfurche. Diese Verdickung beruht auf einer raschen, der Oberfläche parallel erfolgenden Zelltheilung. „Es treten (S. 50) immer mehr und mehr solche Zellen auf, die einen zweiten unteren (d. i. der Leibeshöhle zugekehrten) Kern haben. Die betreffenden unteren (inneren) Zelltheilstücke schnüren sich nach und nach ab und so wird das Ectoderm mehrschichtig." Obwohl aber die betreffenden Zellen anfangs alle karyokinetische Figuren zeigen, konnte doch Tichomirof nie wirklich zweikernige Elemente unterscheiden. „Sobald (am vierten Tag der Frühjahrsentwicklung) die Differenzirung des Bauchmarks beginnt, sieht man oberflächlich nur eine schwache Medianfurche (Fig. 3, Taf. III). In der Folge vertieft sie sich und erreicht am siebenten Tag ihre grösste Entfaltung. Vor dem Mund verflacht sie sich ein wenig und endigt vor dem After mit einem abgerundeten und etwas erhöhten Rand ..... Auf den ganglionalen Strecken vertieft sich die Medianfurche stärker und wird zugleich mit den Lateralsträngen abgeschnürt. Dabei kommt es aber blos zu einer

[1] Behufs kurzer Bezeichnung schlage ich die Ausdrücke ganglional und interganglional vor, wobei letzterer Terminus natürlich von dem in einem anderen Sinne gebrauchten Begriff „interganglionär" wohl zu unterscheiden ist.

Abschnürung des Bodens der Medianrinne, während der übrige (äussere) Theil der Wandung der Furche mit dem Ectoderm verbunden bleibt.“ Tichomirof bemerkt dann weiter, dass sich die ganglionalen Strecken der Seitenstränge früher vom Ectoderm lostrennen, als die intergangliona len, aus denen die Längscommissuren entstehen. Dabei soll die intergangliona le Medianeinstülpung an der Bauchmarksbildung gar keinen Antheil nehmen. Ferner soll die Medianfurche, da sie auf den ganglionalen Strecken blos mit dem innern Theil der Wand an der Ganglienbildung participirt, selbst noch nach vollendeter Differenzirung der Ganglienkette in ihrer ganzen Länge sichtbar sein.

Tichomirof versucht dann zunächst, was Heider unbekannt geblieben zu sein scheint, die neurale Faltenbildung auf mechanische Ursachen zurückzuführen. „Die sich rasch vermehrenden Ectodermzellen üben augenscheinlich einen Druck auf das sie umgebende Gewebe aus. Dadurch entsteht die Ausstülpung der Keimwülste in der Richtung des geringsten Widerstandes.“

Im Gegensatz zu Hatschek, der das untere Schlundganglion nur aus dem Meso- und Metagnathal-Ganglion entstehen lässt, zeigt dann Tichomirof zum ersten Mal und zwar in völlig überzeugender Weise (vergl. u. A. dessen Längsschnitt, Xylogramm 39 u. 40), dass es aus der Verschmelzung aller drei Gnathalganglien entsteht.

Analog dem unteren Schlundknoten entsteht nach ihm auch der letzte Abdominalknoten aus der Zusammenziehung des 10., 9. und 8. Hinterleibsganglions.

Was die Differenzirung und Vertheilung der Gangliensubstanz anlangt, so unterscheidet Tichomirof u. A. dreierlei Fasersträngе, nämlich 1. longitudinale, 2. „bogenförmige“ Querstränge und 3. vertical — „von oben nach unten“ — verlaufende. Die Fasern sind nach ihm „zweifellos“ von Zellen abzuleiten. Die peripherischen Nerven treten schon sehr früh, zum Theile schon vor der Differenzirung des Muskelgewebes, auf.

Auffallend bleibt es, dass Tichomirof, obwohl er viele Längsschnitte studirte, den Ganglien doch nur eine einzige Quercommissur zuschreibt. Sie erscheint am Längsschnitt Fig. 40 als heller Fleck innerhalb des Zellenpolsters und findet man dem entsprechend am unteren Schlundganglion und am Endganglion drei solcher heller Inseln. Auffallend nenne ich aber diese freilich noch in der neuesten Zeit wiederkehrende Darstellung desshalb, weil ja bekanntlich die Duplicität der Quercommissur vieler Insecten speciell durch die classischen Untersuchungen Leydig's (49) längst nachgewiesen ist.[1]

Besonders wichtige neue Aufschlüsse verdanken wir dann Ayers (1) in Bezug auf *Oecanthus*; des Raumes wegen muss ich mich aber auf die Hervorhebung einiger weniger Hauptpunkte beschränken.

Höchst bemerkenswerth ist vor Allem der Nachweis (S. 252), dass sich der Mittelstrang nicht blos wie Hatschek gemeint hatte, auf den ganglionalen, sondern auch auf den intergangliona len Strecken, also in der ganzen Längenausdehnung der primären Medianfurche vom Körperintegument ablöst.

Weiters hebt Ayers ausdrücklich hervor, dass die beiden ursprünglich als selbstständige Ganglien auftretenden Lateraltheile der ganglionalen Strecke durch zwei vom Mediantheil ausgehende und aus feinen Fäden bestehende Quercommissuren verbunden werden. Diese beiden Querbänder bleiben aber angeblich nicht lange getrennt, sondern verschmelzen miteinander und erscheinen dann als Connectiv der centralen Ganglientheile.

Der abgelöste Medianstrang — dies ist eine neue wichtige Angabe — unterliegt aber auf den intergangliona len Strecken d. i. zwischen den Längscommissuren, einer Rückbildung und erscheint später zur Zeit der Rückenschliessung als ein schmaler Zellstrang von dreieckigem oder kreisrundem Querschnitt, dessen Endschicksal aber Ayers nicht ganz klar geworden ist. Er hält es jedoch für wahr-

[1] Eine doppelte Quercommissur sehen wir u. A. auf Leydig's Taf. VI, Fig. 2 bei einer *Tipula*, dann auf Taf. VII, Fig. 2 bei *Bombus* und auf Taf. IX, Fig. 2 bei *Carabus*.

scheinlich, dass am Thoracalabschnitt daraus die zur Anheftung der Bein- und Flügelmuskeln dienenden Endoskelet-Theile entstehen, während am Hinterleib eine völlige Rückbildung erfolgen dürfte.

Auch bei *Oecanthus* entspricht das untere Schlundganglion, entgegen Hatschek's[1] Annahme, der Summe dreier Primärganglien.

Auf Längsschnitten (S. 253, vergl. Pl. 22, Fig. 1) erscheinen die Längscommissuren als continuirlich vom Gehirn bis zum letzten Abdominalganglion sich erstreckende Faserbündel, — „unbroken bundles of fibres" — die aber innerhalb der Ganglien in Folge ihrer Verbindung mit dem Quercommissur verbreitert sind. Die peripheren Nerven betrachtet Ayers (S. 253) wenigstens bezüglich ihrer Wurzeln als einfache (anfangs fingerförmige) Auswüchse oder Verlängerungen der Fasern der Quercommissuren, eine Anschauung, die in mehrfacher Beziehung der Wirklichkeit widerspricht und u. A. auch die schon wiederholt constatirte Thatsache unberücksichtigt lässt, dass Fasern der Längscommissuren unmittelbar, d. i. ohne Einschaltung von Zellen, in die Nerven übergehen.

Patten (66) lässt es bei *Neophalax* zunächst zweifelhaft, ob der Medianstrang wirklich bei der Bildung der Quercommissur betheiligt ist. Letztere ist auch nach ihm (vergl. seine Zeichnungen 31 u. 37) ganz sicher in der Anlage doppelt, er behauptet aber, dass die Duplicität beim entwickelten Embryo verloren gehe und hält es für möglich, dass die von Leydig bei verschiedenen Imagines nachgewiesenen zwei Quercommissuren „secundäre Modificationen" sind. Bemerkt sei noch, dass speciell Patten's Darstellung der Faserzüge am Längsschnitt, Fig. 37. stark schematisirt sein dürfte und ferner, dass das Verhalten des Mittelstranges auf den intergangliönalen Strecken unberücksichtigt bleibt.

Einige sehr werthvolle Daten gab ferner Korotnef (42) bezüglich der *Gryllotalpa*. Zunächst hebt er (S. 589) hervor, dass die Differenzirung des Bauchmarks „vom vordern zum hintern Ende absteigt", derart, dass sie am Abdomen noch kaum zu bemerken ist, wenn die Thoracalknoten schon stark hervorragen. Ferner fasst er die Beziehung zwischen den ganglionalen und intergangliönalen Theilen so auf, dass es anfangs „fast keine Commissuren" gibt, so dicht legen sich die Nervenganglien gegen einander. Wichtig sind dann besonders die Angaben über die Genese der Nervenzellen. „Einige der Ectodermzellen (Fig. 60, *ec, n*), welche die Nervenauftreibung bedecken, fangen an zu wachsen, ihre Kerne vergrössern sich bedeutend und zeigen dabei eine karyokinetische Figur. Hat die betreffende Neuroëctodermzelle eine bestimmte Grösse erreicht, so sinkt sie in die Tiefe. Jede Ganglionzelle theilt sich dabei, eine ganze Folge von neu entstandenen Zellen bildend", die sich (vergl. Fig. 60) kettenartig aneinanderreihen.

Korotnef theilt ferner Hatschek's Ansicht, „dass der Mittelstrang (vergl. Fig. 62, *mst*) nur in der Gegend jedes Nervenknotens Theil an der Bildung des Nervensystems nimmt." „Zwischen den Commissuren ist anfänglich der mittlere Strang ganz apart, unabhängig von den Commissuren selbst, zu sehen, später aber geht er zu Grunde."

Korotnef macht dann noch einige Mittheilungen über die postembryonale Entwicklung. Er unterscheidet ausser der äusseren Nervenscheide noch eine innere Neuroglia, welche den fibrillären von dem zelligen Theil der Ganglien trennt. Diese Scheide zeigt anfangs nur sehr lockere Kerne. Später aber sind die Neuroglia Elemente sehr zahlreich (vergl. Fig. 85, *sch'*) und bestehen aus lauter „amöboiden Zellen" mit sich stark färbendem Kern, die nach Korotnef wahrscheinlich eingewanderte Blutkörperchen sind.

Beachtenswerth ist ferner eine Angabe Grassi's (26, S. 28), nach welcher mindestens der centrale Theil der einzelnen Ganglien auf die Weise entstünde, dass sich hier das gesammte Ectoderm in Gangliensubstanz verwandle. Die äussere Bedeckung soll dann später auf Kosten des umgebenden Ectoderms neu gebildet werden.

Ebenso leitet Grassi die Quercommissuren, deren Anzahl für je ein Ganglion aber nicht angegeben wird, von demjenigen Ectoderm ab, „welches längs der Medianlinie zwischen den einzelnen Ganglien übrig bleibt."

---

[1] Irrthümlicher Weise schreibt Ayers Hatschek's Angabe mir zu.

Ich selbst gab die ersten Totalansichten der Bauchmarksanlage. So in Fig. 1 u. 2 meiner Polypodiearbeit bezüglich des *Hydrophilus* und dann in Fig. 1 meiner Schrift über die Segmentirung hinsichtlich von *Melolontha* Auch wurde in Fig. 2 der erstgenannten Schrift die enge Beziehung der Seitenstränge zu den anliegenden Segmenttheilen veranschaulicht.

Weiterhin finden wir einige wenigstens zur beiläufigen Orientirung über die gröberen topographischen Verhältnisse der *Melolontha*-Bauchmarksanlage ausreichende Schnitte bei Voeltzkow (75). Aus ihnen geht vor Allem hervor, dass bei diesem embryologisch zuerst von mir (18, 20) studirten Käfer die Medianrinne ausserordentlich tief ist.

Will in seiner Entwicklungsgeschichte der viviparen Aphiden gibt zwar eine Reihe von Querschnitten durch die Bauchmarksanlage, lässt aber die uns zunächst interessirenden Fragen grösstentheils unberührt. Dagegen entwickelt er eine neue, aber, wie mich dünkt, wohl kaum haltbare Ansicht hinsichtlich des Mittelstranges, nämlich (S. 278) die, „dass die Zellen, welche später zur Bildung der Medullareinstülpung verwendet werden, einen gewissen mesodermalen Charakter an sich tragen, dass sie als Mesodermzellen aufzufassen sind, welche bei der Invagination des Mesoderms im Ectoderm zurückblieben". Auch gibt er an, dass die Mittelfurche erst nach der Sonderung der Seitenstränge entsteht.

Nach C. Heider (37) beginnt die Medianfurche an der Grenze zwischen Urkopf und Mandibelsegment mit einem rautenförmigen Felde und zeige sie segmentale Erweiterungen. S. 38 wird dann erwähnt, dass das letzte, d. i. zehnte Abdominalganglion frühzeitig mit dem neunten verschmilzt. S. 47 erklärt er, wie dies zum Theile schon Tichomirof that, die Abtrennung der Stränge vom Ectoderm durch Differenzen in der Krümmung der Bauchplatte. Auf diese Weise soll insbesondere auch an der Innenseite (er nennt es Basis) eine Art Einkerbung entstehen. Lateralwärts von den Seitensträngen sollen einige Ectodermzellen liegen bleiben, die dann zur Bildung des Bauchseptums verwendet würden. „Die ersten Andeutungen von Fasermassen treten im Bereich der beiden Primitivwülste in directer Umgebung der früher erwähnten Kerben auf (Taf. XI, Fig. 139, Taf. XII, Fig. 150) und rücken erst allmälig in das Innere, so dass man sagen kann, die ersten Fasermassen gelangen durch eine Art Einstülpung, in Folge der queren Einkrümmung der Primitivwülste, in's Innere derselben. Ebenso legen sich die Fasermassen des Mitteltractes zunächst im basalen Theil derselben an (Taf. XI, Fig. 138, Taf. XII, Fig. 151)". Auch C. Heider unterscheidet (S. 48) drei gnathale Ganglien. Beherzigenswerth ist dessen Frage, „ob die letzten Ausläufer der Primitivwülste nicht ein wenig in das Endsegment hinüberreichen". Dem Ganglion des vorletzten Segmentes schreibt er eine „rudimentäre Anlage" zu. Er erwähnt dann (S. 83) ferner, dass er die von Patten und Ayers angegebenen zwei Quercommissuren in den Stadien 11 u. 12 gleichfalls regelmässig vorfand Leider findet man aber unter den zahlreichen von ihm abgebildeten Schnitten keinen einzigen, der dieses Verhalten zum Ausdruck bringt. Ausserdem hebt er hervor, „dass die Ursprungsstelle der von den Ganglien abtretenden peripheren Nerven — ähnlich wie dies schon früher Patten bei *Neophalax* darstellte — gerade in die Region zwischen die beiden Quercommissuren fällt".

Bemerkt sei noch, dass auch in C. Heider's so ausführlicher Arbeit das Verhalten der Zellenlager des ganglionalen Mitteltractes fast unberührt bleibt. Desgleichen wird auch auf die bekanntlich schon von Ayers und Korotnef behandelte Frage nach dem Zustande des intergangliönalen Mittelstranges nicht eingegangen. Letzteres ist um so auffallender, weil in C. Heider's Fig. 156 zwischen den beiden Längscommissuren ein medianes selbstständiges Gebilde dargestellt ist, welches — C. Heider lässt es ohne Bezeichnung — wohl mit dem intergangliönalen Mittelstrang verglichen werden könnte.

Werfen wir noch einen flüchtigen Blick auf die hinsichtlich der Bauchmarksanlage bei anderen Arthropoden vorliegenden Untersuchungen, so gehen insbesondere die neuesten Studien Reichenbach's am Flusskrebs weit über die bisher betreffs der Insecten vorliegenden Arbeiten hinaus, und sei es mir daher gestattet, im Hinblick auf die von mir selbst mitzutheilenden Ergebnisse, ein Paar einschlägige Punkte hervorzuheben.

Reichenbach macht (S. 66) vor Allem auf das frühzeitige Auftreten der grossen Ganglienzellen im Ectoderm-Mutterlager aufmerksam. „Während fast alle übrigen Zellen dem Anscheine nach ihren (indifferenten)

embryonalen Charakter beibehalten, nehmen sie einen specifischen an". Dann weist er zum ersten Mal deutlich darauf hin, dass die „Punkt- oder Fasersubstanz" auf der dorsalen Seite der Ganglien entsteht und hier unmittelbar dem Perineurium anliegt. Sehr beachtenswerth erscheint mir ferner dessen Anschauung, wonach das Centralnervensystem, die peripherischen Nerven und die von letzteren versorgten Organe sich gleichzeitig anlegen. „Der Zusammenhang der drei von uns unterschiedenen Gebilde entsteht also nicht etwa erst, sondern ist überhaupt immer vorhanden".

Auch der für gewisse Insecten zuerst von Korotnef geführte Nachweis, dass die Seitenstränge selbst wieder in mehrere Unterstränge oder Blätter zerfallen, verdient eine besondere Aufmerksamkeit.

Weiters ergibt sich aus manchen Schnitten (z. B. Fig. 186 u. 189), dass im Ectoderm nach erfolgter Abtrennung der Nervenmasse, die nach Reichenbach (S. 72) zuerst in der Medianlinie erfolgt, gar keine oder nur wenige Kerne zurückbleiben.

Besonders beachtenswerth sind aber Reichenbach's Angaben, beziehungsweise Anschauungen hinsichtlich der Antheilnahme der Seiten- und Mittelstrangpartien bei der Zusammensetzung der einzelnen Hauptbestandtheile der Ganglien. Letztere sind im Allgemeinen nach der bekannten Darstellung Krieger's (46) folgende: Man unterscheidet (vergl. den auf Grund der Fig. 4 u. 5 Krieger's entworfenen Holzschnitt 33)

Fig. 33.

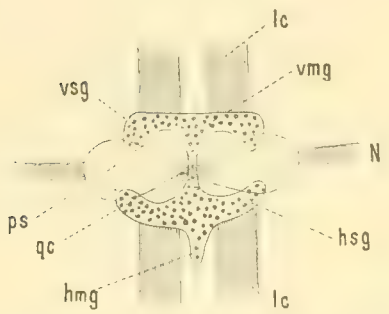


Fig. 33. Schema eines *Astacus*-Ganglions nach Krieger, *lc* Längscommissuren *N* Seitennerv, *vsg* vorderes seitliches, *vmg* vorderes mittleres, *hsg* hinteres seitliches, *hmg* hinteres mittleres Zellenlager, *ps* Punktsubstanzballen, *qc* Quercommissur.

zunächst ein vorderes *vsg* und *vmg* sowie ein hinteres Ganglienzellenlager *hsg*, *hmg* und an diesen selbst wieder paarige seitliche Partien *vsg*, *hsg* und eine unpaarige mittlere Partie *vmg* und *hmg*, welche letztere an manchen Ganglien völlig selbstständig erscheint. Auch ist zuweilen die vordere Mittelpartie mit der im Allgemeinen stärker entfalteten hinteren Mittelpartie durch eine mediane Brücke verbunden. Den zweiten Hauptbestandtheil der Ganglien bilden dann die zwischen dem vorderen und hinteren Zellenlager liegenden Ballen aus sogenannter „Punktsubstanz" *ps*, welche letztere aber eigentlich ein Filz feinster Fibrillen ist. Diese sogenannte Punktsubstanz geht dann einerseits in die peripherischen Nerven und anderseits in die Fasern der die beiden Punktsubstanzballen vereinigenden Quercommissur *qc* über. Diese Quercommissur selbst scheint hier wirklich auch im embryonalen Zustand stets einfach zu sein, wie sich dies insbesondere aus Reichenbach's Längsschnitt Fig. 217 ergibt. Bezüglich des Ursprungs der erwähnten Bestandtheile des fertigen Ganglions spricht nun Reichenbach (S. 81) seine Ansicht dahin aus, dass aus dem medianen Strang insbesondere das hintere Ganglienzellenlager und wahrscheinlich auch mediane Theile des vorderen Zellenlagers entspringen, während er — worin ich ihm aber bezüglich der Insecten nicht bestimmen kann — die Quercommissur auf (mediale) Seitenstrangzellen zurückführt.

2. Ergebnisse der eigenen Untersuchungen.

Ein sehr instructives Bild der schon fast ausgebildeten Ganglien von *Hydrophilus* zeigt Fig. 45. Man sieht hier, und zwar im völlig isolirten Zustand, die zwei ersten Hinterleibsganglien, wobei am hinteren die Tracheen entfernt sind. Wie in allen übrigen Figuren sind die zelligen Partien roth, die faserigen gelb markirt, eine Färbung, die auch beinahe der durch Pikrokarmin erzielten wirklichen Tinction mancher meiner einschlägigen Präparate entspricht.

Was nun vor Allem die zelligen Partien betrifft, so unterscheide ich hier fünf grössere, aber zum Theile selbst wieder in mehrere kleinere Pakete getheilte Hauptherde, nämlich ein Paar laterale Lager *sg* und drei mediane Lager. Von den letzteren Zelllagern, die ein besonderes Interesse verdienen, sind zwei, nämlich das vordere *cg* und das hintere *hg* insbesondere durch die Studien Leydig's bei verschiedenen anderen Käfern und Insecten bereits näher bekannt. So sieht man z. B. auf Leydig's Taf. IX, Fig. 2, welche ein Abdominalganglion von *Carabus auratus* darstellt, um mich der Worte des grossen Histologen zu bedienen (48, S. 229, „constante Stellen, wo man Gruppen grosser Ganglienkugeln antrifft, nämlich die Räume vorne und hinten am Ganglion, also gerade da, wo der unpaare Nerv wurzelt", und ist ferner aus der citirten Figur, sowie aus Fig. 1, Taf. VII von *Bombus* zu erkennen, dass die Elemente dieser medianen Ganglienzellenlager zum Theile beträchtlich grösser, als diejenigen der lateralen Herde sind.

Bezüglich des *Hydrophilus* gilt dies besonders vom hinteren Medianlager, das hier überhaupt viel stärker als das vordere entwickelt erscheint. Schon bei schwächerer Vergrösserung treten hier sofort mehrere relativ riesige Zellen mit entsprechenden Kernen hervor, deren genauere Untersuchung die Aufgabe künftiger Forschung sein wird.

Sehr deutlich ist dieses grosszellige hintere Medianlager u. A. von Miall und Denny (58) an einem Längsschnitt durch das dritte Thoracalganglion von *Periplaneta orientalis* (Fig. 43, S. 91) zum Ausdruck gebracht, wogegen aber hier kein grosszelliges Vorderlager vorzukommen scheint.

Ausser den eben genannten zwei Medianlagern unterscheide ich aber hier, sowie auch bei anderen Insecten, ein drittes Medianlager, bezüglich dessen ich nirgends eine Erwähnung finde. Es liegt einerseits zwischen den beiden aus der Figur ersichtlichen Quercommissuren und andererseits zwischen den die Lateraltheile durchsetzenden Längsfaserbündeln, wesshalb ich dafür die Bezeichnung centrales Ganglienzellenlager vorschlage. Dieses centrale, aber mit den anderen Zellanhäufungen zusammenhängende Lager besteht, wie insbesondere an früheren Stadien (vergl. Fig. 44, *cg*) deutlich zu erkennen ist, selbst wieder aus zwei Hälften, die jedoch nicht vollständig von einander getrennt sind.

Da C. Heider S. 83 hervorhebt, dass die peripheren Nerven „gerade in die Region zwischen die beiden Quercommissuren fallen", so sei unter Hinweis auf die vorliegende Figur noch erwähnt, dass ich hier, ganz ähnlich wie es Leydig für *Carabus* darstellt, jederseits zwei Nerven unterscheide, die im Ganzen und Grossen den beiden Quercommissuren entsprechen, wobei man sich aber selbstverständlich die Beziehung beider nicht so vorstellen darf, als ob, wie solches manche Forscher darstellen, die peripheren Nerven einfach nur Verlängerungen der Quercommissuren wären.

Ein anderes anschauliches Bild der erwähnten fünf Ganglienzellenlager gibt der Horizontalschnitt durch zwei Bauchmarksknoten eines fast reifen Maikäferembryos in Fig. 72. Man erkennt sofort die zwei lateralen *sg* und die drei medianen Zellenherde. Von den letzteren erscheint hier der hintere Herd *hg* keineswegs umfangreicher als der vordere *cg* und ist ferner der ringsum scharf begrenzte Centralherd *cg* nicht in zwei Hälften getheilt, sondern einfach.

Weiters erkennt man die drei medianen Zellenlager sehr deutlich am *Zygaena*-Längsschnitt in Fig. 112, Taf. X. Man beachte z. B. den vierten Abdominalknoten bm_4. Hier ist zunächst auf der ventralen Seite eine dicke Zellenschichte. Dorsal sieht man dann die hellen Durchschnitte der zwei Quercommissuren und ausserdem drei von einander, wenigstens auf der Dorsalseite, völlig isolirte kleine Pakete aus Ganglienzellen, und zwar eines vor der ersten Quercommissur, ein zweites — das centrale — zwischen beiden Commissuren und ein drittes hinter der zweiten Commissur.

Weiters gibt Fig. 53, Taf. IV ein gutes Bild des Verhaltens des Centralherdes *cg* an einem Querschnitt durch einen fast reifen *Stenobothrus*-Embryo. Er besteht hier erstens aus einer flächenhaften Gruppe sehr grosser, ganz oberflächlich, beziehungsweise dorsal liegender Zellen und dann aus kleineren, tiefer liegenden Elementen. Letztere gehören aber wahrscheinlich der sogenannten inneren die Fasersubstanz umgebenden Scheide an. Sehr lehrreich ist endlich noch der nahezu mediane Längschnitt durch das *Stenobothrus*-Bauchmark in Fig. 54.

Verfolgen wir nun die Entwicklung des Bauchmarks. Fig. 36 zeigt uns zunächst, und zwar von *Hydrophilus,* eine Totalansicht des noch völlig ungegliederten Lateralwulstes *L* und der Medianfurche *M.* Man erkennt ferner, dass Gehirn und Bauchmark, entgegen den von Will für die Aphiden gemachten Angaben, schon in der Anlage ebenso ein continuirliches Ganzes bilden, wie das Ectoderm selbst ein solches ist.

Ein ähnliches Bild gibt dann Fig. 37, wo aber die Lateralwülste sowie die Mittelfurche bereits die erste Andeutung der Gliederung zeigen. Desgleichen sehen wir in Fig. 57 das entsprechende Verhalten beim Maikäfer, wo die ersten Anlagen des Gehirns, beziehungsweise der oberen Schlundganglien *og*, als flügelartige Endverbreiterungen der Lateralwülste erscheinen.

Lehrreich ist ferner auch die Totalansicht der ersten Anlage des Centralnervensystems von *Lina* in Fig. 29. Hier erkennt man u. A. auch besonders deutlich, dass die Differenzirung der Bauchmarksanlage *bm* von vorne nach hinten fortschreitet und zwar, wie sich später noch ergeben wird, in einem sehr langsamen Tempo. Vorne sind nämlich die Seitenstränge bereits gegliedert, während sie hinten im Abdomen noch in in einem ganz indifferenten Zustand verharren.

Was die von C. Heider aufgeworfene aber nicht näher untersuchte Frage betrifft, ob sich bei *Hydrophilus* die Bauchmarksanlage vielleicht auch in das End- oder Aftersegment hineinzieht, so würde das in Fig. 59 von mir auf das genaueste dargestellte Verhalten der Annahme dieser Eventualität keineswegs widersprechen. Jedenfalls kommt es aber weder hier noch bei *Melolontha* zur deutlichen Absonderung eines wirklichen Ganglions. Besonders klar erhellt dies aus dem Studium der von C. Heider nicht berücksichtigten Flächenansichten, sowie aus den Längsschnitten. Mustern wir in dieser Hinsicht zunächst das Bauchmarksflächenbild von *Melolontha* in Fig. 60. Man sieht hier das siebente und achte Abdominalganglion, welche vollkommen selbstständig sind, und dann das neunte oder Endganglion. An den ersteren beiden Knoten sind, ganz so wie es oben beschrieben wurde, drei Medianzellenlager in Form roth tingirter Querstreifen sichtbar. Am neunten Ganglion aber zählt man ganz deutlich sechs solcher Streifen, ein, wie mich dünkt, ganz exacter Beweis, dass das Endganglion ausschliesslich nur aus dem verschmolzenen neunten und zehnten Ganglion besteht, denn, wenn auch blos eine Spur eines elften Ganglions vorhanden wäre, würde sicherlich die Zahl der Zellenlager, ich will nicht sagen 3×3 aber doch grösser als 2×3 sein. Ähnlich verhält es sich u. A. bei *Hylotoma.* Am Längschnitt Fig. 137 u. 138 könnte man immerhin ausser dem zehnten noch ein elftes Abdominalganglion unterscheiden. Letzteres kommt aber, auch wenn es in der Anlage wirklich vorhanden wäre, ganz entschieden nicht zur Differenzirung. Wie nämlich der Längsschnitt Fig. 139 lehrt, zeigen die ersten acht Abdominalganglien bm_8 die charakteristischen Durchschnittsbilder von je zwei Quercommissuren, während das letzte Ganglion abm_9, abm_{10} blos vier solche Commissurendiagramme aufweist, und somit ein wahres Doppelganglion ist, das erst später mit dem vorvorletzten Knoten abm_8 zu einem Trippelganglion verschmilzt. Dass aber in der That die Zahl der einfachen Knoten in den Summenganglien durch die der Quercommissuren sicher bestimmbar ist, lehrt uns das Verhalten des unteren Schlund- oder Gnathalganglions am gleichen Präparat gbm_{1-3}. Es weist nämlich, entsprechend seiner Anlage, 3×2 Quercommissuren auf.

Genau dasselbe gilt dann u. A. auch für *Lina*, für *Stenobothrus, Mantis,* sowie für die Schmetterlinge.

Um uns nun über das Verhalten des bisher so wenig erforschten Mediantheiles der Bauchmarksanlage näher zu orientiren, besichtigen wir zunächst mehrere Querschnittserien von *Melolontha,* eine Form, die insbesondere auch wegen der Grösse der betreffenden Theile für unsere Zwecke besonders zu empfehlen ist.

Wir beginnen mit der Querschnittserie Fig. 64—66,[1] die einem 14 Tage alten Ei angehört. Der Schnitt Fig. 65 geht durch die interganglionale Strecke des fünften Abdominalsegmentes und entspricht im Wesentlichen zugleich einem früheren Stadium der ganglionalen Partie. Der Mitteltheil bildet eine weite und tiefe Furche, deren Bodenwand *m* fast eben ist und ein einschichtiges Epithel bildet, dessen Zellen etwas länger

[1] Des Raumes wegen konnten von jeder Serie nur ein paar Abbildungen in die Tafeln aufgenommen werden.

als diejenigen der Seitenwände sind. In den (weiter hinten noch nicht abgelösten) Seitensträngen / beobachtet man einzelne grosse Zellen mit in Theilung begriffenem Kern.

Was nun den zugehörigen ganglionalen Abschnitt Fig. 64 betrifft, so zeigt hier vor Allem der Mitteltheil ein ganz anderes Aussehen. Seine obere Wand (vergl. Fig. 66) ist nämlich sehr stark verdickt und besteht aus Cylinder-, beziehungsweise Prismenzellen mit relativ grossen, meist länglichen Kernen. Da die Höhe dieser Zellen von der Mitte der Wand gegen die Ränder hin abnimmt und die Zellen zugleich mit der basalen oder innern Partie in einer Ebene liegen, so erhält der Querschnitt des Mitteltheiles die Form eines Kreisabschnittes, dessen convexe Seite nach aussen gekehrt ist. Dabei ist noch zu beachten, dass sich die Seitenwände der Medianfalte gegen die Mittelplatte hin verdünnen, und dass ihre Zellen, da sie den primären Charakter des Ectoderms beibehalten, ganz wesentlich von den Elementen der Mittelplatte abweichen.

Die Mittelplatte zeigt aber noch eine auffallende Differenzirung. In der Mitte ihrer Innenseite hat sich nämlich (Fig. 64) vom Cylinderepithel eine grosse runde Zelle offenbar auf dem Wege der Theilung abgeschnürt und zwar in der Weise, als ob sie aus der Platte herausgeschnitten worden wäre. Ähnliche Zustände mögen, nach C. Heider's Fig. 133 zu schliessen, wohl auch u. A. bei *Hydrophilus* vorkommen.

Weiter vorne, am dritten Abdominalsegment, ist der ganglionale Mitteltheil noch stärker differenzirt, insoferne auf der Innenseite der Mittelplatte ein grosser, aus mehreren Zellen bestehender Complex zur Ablösung gelangt ist und wir also daran zwei Lager, ein äusseres und inneres (ventrales und dorsales), unterscheiden.

Besonders lehrreich ist nun aber die Vergleichung der jetzt besprochenen abdominalen Mediantheile mit denen der Mittelbrust in Fig. 66 und des Metagnathalganglions. Während nämlich im (ganzen) Abdomen die gesammte Bauchmarksanlage ausschliesslich noch aus zelligen Elementen besteht, treten vorne bereits fibrilläre Partien auf. Dabei interessirt uns in erster Linie am Schnitt Fig. 66 das fibrilläre Areal der Mittelplatte, da es — vergl. Fig. 64 — seiner Lage nach vollkommen den abgeschnürten Dorsalzellen der noch weniger entwickelten (abdominalen) Anlage entspricht. Am Metagnathalganglion zeigt dieser mediane Fasertheil noch eine grössere Ausbreitung und steht bereits mit den fibrillären Lateraltheilen in unmittelbarem Zusammenhang.

Mit Rücksicht auf diese Zustände, die an den übrigen hier übergangenen Schnitten unserer Serie noch weiter erläutert werden könnten, kann es nun wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass in der That, wie aber noch nie streng bewiesen worden ist, wenigstens ein Theil der fibrillären Quercommissuren aus den Zellen der Mittelplatte hervorgeht.

Ausdrücklich bemerken möchte ich noch, dass hier auch nicht das geringste Anzeichen dafür vorliegt, dass die Fasersubstanz, wie dies C. Heider annimmt, durch eine Art von Einstülpung in das Innere der Ganglien gelangt.

Eine zweite sehr instructive Serie zeigt Fig. 67—69. Sie ist von einem $16^1/_2$ Tage alten Ei, beziehungsweise von einem Stadium, das ein wenig älter als das früher betrachtete ist, und einem Keimstreif mit noch nicht gerissenen Hüllen angehört. Der Schnitt Fig. 67 geht durch die intergangliönale Strecke zwischen dem ersten und zweiten Abdominalganglion. Hier zeigt nun die Mittelplatte, und zwar in ungemein deutlicher, gar nicht zu missdeutender Weise, ein höchst wichtiges und bisher gänzlich unbekannt gebliebenes Verhalten. Ihr Cylinderepithel (vergl. Fig. 65) hat sich nämlich in zwei Schichten, eine innere *m'* und eine äussere Lage *m* getheilt. Diese Theilung, die aber hier noch nicht ganz vollendet ist, geschieht folgendermassen. In jeder der hohen pallisadenartigen Zellen ist eine (bereits in Fig. 65 beginnende) Kerntheilung eingetreten. Wir sehen an der Innenseite einen grossen und mehr länglichen, und an der Aussenseite einen kleinen kugeligen Kern. Das (blass rosa tingirte) Plasma jeder Zelle gruppirt sich nun um diese zwei Kerne. Dadurch entsteht in der Mitte der Zelle ein plasmaloser oder doch sehr plasmaarmer Zwischenraum, der ganz ungefärbt erscheint. Da nun dieselbe Sonderung in allen Zellen der Mittelplatte, und auch überall am gleichen Orte, stattfindet, so erscheint letztere wie durch ein helles Band in zwei Schichten getheilt.

Aus intergangliönalen Schnitten, die durch weiter vorne liegende, also mehr entwickelte Bauchmarksstrecken gehen, ergibt sich ferner, dass die äussere und zugleich dünnere Schichte der Mittelplatte, welche mit den Seitenwänden der Furche unmittelbar zusammenhängt, ein integrirender Bestandtheil der Hypodermis ist, während die innere und dickere Schichte sich ganz ablöst und unter weiteren Umgestaltungen zu einem selbstständigen intergangliönalen Mittelstrang wird, der sich als unmittelbare Fortsetzung des ganglionalen Mitteltheiles erweist.

Nicht minder lehrreich ist der ganglionale Schnitt Fig. 69. Die Zellen der dicken Mittelplatte bilden hier ungemein hohe oder lange Cylinder. Die äusseren oder polaren Theile dieser Cylinder sind aber stark verschmächtigt und laufen gegen die Hypodermis hin in ganz dünne, faserartige und offenbar fast plasmalose Fortsätze aus. Diese Fortsätze ihrerseits verbinden sich nun mit einem Theil der Hypodermis, welche letztere aber hier, wie Fig. 70 veranschaulicht, nicht aus Zellen besteht, sondern blos aus einem dünnen, structurlosen Häutchen, das sich wie eine Epithel-Cuticula ausnimmt. Das Verhalten, welches Grassi, freilich ohne entsprechende Beweise beizubringen, für *Apis* behauptet hat, ist hier also thatsächlich vorhanden, d. h. zum Unterschied von der intergangliönalen Mittelplatte, die sich in eine äussere hypodermale und eine innere neurale Schichte spaltet, schnürt sich innerhalb der ganglionalen Zone die ganze Mittelplatte vom ectodermalen Mutterlager ab und bleiben im letzteren nicht einmal Spuren von Kernen zurück.

Ausserdem ergibt sich aus der Vergleichung des intergangliönalen Schnittes in Fig. 67 mit dem ganglionalen Diagramme in Fig. 68 und 69 noch eine wichtige Thatsache betreffs der neuralen Seitentheile *l*. Während nämlich innerhalb des Ganglions bereits die fibrilläre Lateralpartie *l'*, die man, zum Theile wenigstens, auch als Längsfaserbündel bezeichnen kann, entwickelt ist, bestehen in diesem Stadium und auf der angegebenen Strecke die intergangliönalen Seitenstränge ausschliesslich noch aus lauter Zellen.

Es findet demnach die Entwicklung der leitenden Fasertheile in den sogenannten Längscommissuren viel später als in den Ganglien selbst statt.

In einem späteren Stadium (Fig. 72), in welchem bereits die Keimhüllen gerissen und wo die Ganglienkette von der Haut völlig abgelöst ist, zeigt sich Folgendes: In den Ganglien sieht man zweierlei zellige Elemente, nämlich grosse und durchwegs unipolare Ganglienzellen, welche nur auf der Ventralseite vorkommen, und kleinere Elemente mit kaum sichtbarem Plasmahof, aber stark tingirtem Kern, welche als sogenannte innere Nervenscheide die fibrillären Partien umgeben, die zugleich aber auch an der Dorsalseite eine mässig dicke Anhäufung bilden.

Auch ergibt sich, dass die lateralen Faserpartien einen viel kleineren Umfang als in der Mitte des Ganglions besitzen, wo die Ausdehnung der fibrillären Substanz am grössten ist.

Überaus wichtig ist der der gleichen Serie angehörige Schnitt Fig. 71, der mitten durch die intergangliönale Strecke (zwischen dem ersten Abdominal- und dem letzten Thoracalganglion) hindurchgeht. Man beachte zunächst, dass die hier getroffenen Längscommissuren *l* von der Bauchhypodermis *hy* ziemlich weit abstehen. Letztere ist an dieser Stelle (d. i. längs der Ganglienkette) auffallend dünn und besteht aus sehr flachen Pflasterzellen mit im Querschnitt lang-spindelförmigen Kernen. Innerhalb der intergangliönalen Seitenstränge, die nicht vollkommen cylindrisch, sondern im Querschnitt mehr dreieckig sind, ist bereits ein Faserbündel differenzirt. Dieses ist aber noch sehr dünn und von einem dickwandigen Zellenmantel umgeben. Daraus darf wohl geschlossen werden, dass die Umwandlung der intergangliönalen Seitenstrangzellen in die Leitungsfasern der fertigen Längscommissuren ziemlich langsam vor sich geht und von der Centralachse gegen die Peripherie fortschreitet.

Ganz besonders interessirt uns aber an diesem Schnitt der zwischen den Seitensträngen befindliche Medianstrang *m'*, der bekanntlich der inneren Schichte des Bodens der Medullarfurche entspricht. Dieses Gebilde erscheint aber hier nicht mehr, wie in seiner Anlage, als einschichtige Platte, sondern als ein allerdings etwas in die Breite gedehnter Strang, und dürfte, nach der Stellung der Kerne zu urtheilen, diese Umwandlung wohl auf die Weise erfolgen, dass eine neuerliche Theilung der Zellen, und zwar parallel mit der Oberfläche

der Platte, erfolgt. — Weitere hier nicht abgebildete, den benachbarten Ganglien näher liegende Schnitte lehren dann ferner noch, dass der interganglionale (selbstständige) Mittelstrang gegen seine beiden Enden hin allmälig anschwillt und so stufenweise und ohne scharfe Grenze in das vordere, beziehungsweise in das hintere Ganglienzellenlager übergeht.

Bemerkt sei noch, dass an den jetzt besprochenen Schnitten nirgends ein Unterschied von sogenannter Punkt- und Fasersubstanz zu erkennen ist. Die betreffenden Ganglientheile bestehen eben nur aus Fibrillen, die meist bündelweise auftreten und im Innern der Ganglien gleich den Strähnen eines complicirten Haargeflechtes angeordnet sind.

Wir gehen nun auf die Besichtigung der Flächenbilder der Bauchmarksanlage, und zwar zunächst bei *Hydrophilus*, über. Die erste uns vorliegende Phase zeigt Fig. 40. Man unterscheidet schon deutlich die beiden Lateralwülste (*L*) und die dazwischen liegende Mittelplatte. Erstere erscheinen bei durchfallendem Licht relativ undurchsichtig, sind also verhältnissmässig dick, während die Medianzone als ziemlich heller und somit dünner Streifen dazwischen liegt. Die Seitenstränge haben indessen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung die gleiche Mächtigkeit, sondern sind, entsprechend den intersegmentalen, beziehungsweise interganglionalen Zonen (*ig*), etwas dünner. Diese Einschnitte, so können wir sie nennen, sind aber im Vergleich zur Längenausdehnung der interganglionalen Zone in den späteren Stadien noch sehr schmal und breiten sich erst allmälig weiter aus.

Aber auch die Medianzone zeigt schon eine eigenthümliche, Heider unbekannt gebliebene Differenzirung. Man sieht nämlich auf dem im Ganzen hellen Felde dieser Zone, und den ganglionalen Abschnitten entsprechend, je eine charakteristische, offenbar durch starke partielle Wucherung der Zellen gebildete, im Ganzen etwa U-förmige Figur. Die beiden Schenkel dieser Verdickung *lm* liegen unweit vom Seitenrand des Mittelfeldes, sind aber etwas kürzer als die ganglionalen Seitenstrangstücke und bilden schmale Streifen, in welchen meist nur zwei bis drei Zellen zum Theile sehr locker neben einander liegen. Die erwähnten zwei Längsstreifen werden nun, und zwar an ihrem hintern Ende, durch ein breites Querband *hm* verbunden, welches letztere, soviel ich bisher an etwas jüngeren Stadien erkannt habe, schon vor den Längsstreifen vorhanden sein dürfte.

Schon weit mehr differenzirt ist die beschriebene Mittelfeldverdickung an dem einem etwas älteren Stadium angehörigen Keimstreif Fig. 41, wo die gesammte Bauchmarksanlage durch Zusammenziehung des ganzen Keimstreifs etwas verkürzt ist. Hier ist die Verdickungsfigur mehr X-förmig geworden, wobei aber die vorderen Seitenstreifen-Schenkel noch immer beträchtlich länger als die hinteren sind. Überhaupt dürfte der ganze hintere Abschnitt nur eine weitere Entwicklung des sogenannten Querbandes sein. Am letzteren fällt nun vor Allem eine Gruppe von sehr grossen und plasmareichen (gelb markirten) Zellen auf, welche, wie die folgenden Stadien unzweifelhaft darthun, dem hinteren Medianzellenlager entsprechen, das somit vor allen übrigen Medianpartien zur Anlage gelangt.

Solche grosse Ganglienzellen findet man aber auch den sogenannten Längsstreifen entlang; ich bin aber ausser Stande, über deren Beziehung zu den Zuständen des fertigen Ganglions Näheres anzugeben. Auffallend war es mir, dass ich auch in diesem Stadium noch keine sichere Spur einer Anlage des vordern Zellenlagers nachzuweisen vermochte, und muss letzteres also entschieden als eine relativ späte Differenzirung betrachtet werden.

Das nächste Stadium der Bauchmarksentwicklung, von dem ich ein gutes Präparat habe, zeigt Fig. 43. Es ist aber im Vergleich zum früheren schon sehr weit fortgeschritten, indem daran bereits alle Haupttheile des fertigen Ganglions, sowie die davon ausgehenden Nerven, erkennbar sind und auch die Längscommissuren schon Faserbündel enthalten. Besonders fallen hier noch folgende Verhältnisse auf: Zunächst haben die ganglionalen Abschnitte eine beträchtlich grössere Länge als später, und gilt dies sowohl von den Seitentheilen, als von der medianen Zone. Insbesondere ist aber die ganglionale Medianpartie noch nicht scharf von der interganglionalen abgegrenzt und greifen das vordere und hintere Zellenlager auf den interganglionalen Mittelstrang über, welcher letztere in der mittleren Querzone in

Rückbildung begriffen ist. Endlich ist noch zu bemerken, dass der centrale Ganglientheil noch reicher an Zellen und ärmer an Fasern als im ausgebildeten Zustand ist.

Dagegen ist das in Fig. 44 abgebildete Stadium, das einem Embryo mit schon vollendetem Rückenrohr angehört, fast genau so, wie das Eingangs betrachtete Endstadium, Fig. 45. Man beachte insbesondere, dass der interganglionale Mittelstrang ganz geschwunden ist, wobei, wie aus den folgenden Mittheilungen sich ergibt, wenigstens ein Theil seiner Zellen mit dem Ganglion verschmelzen dürfte.[1]

Wir besichtigen nun einige das *Hydrophilus*-Bauchmark betreffende Querschnitte. Das Diagramm Fig. 46 zeigt das Hinterende des Mesothoracal-Ganglions. Die Seitenstränge *l* haben noch keine Fibrillärsubstanz, sind aber von der Hypodermis *Hy* schon völlig losgelöst. Dagegen sind die langen Cylinderzellen des dem hintern Zellenlager entsprechenden Mitteltheiles *m*, ähnlich, wie wir es oben bei *Melolontha* sahen, durch dünne, wurzelartige und plasmalose Fortsätze noch mit der Hypodermis verknüpft, welche letzteren an der betreffenden Stelle, wie Solches auch von C. Heider an manchen Figuren dargestellt wird, kernlos ist. Die Lostrennung der Ganglien erfolgt somit hier an den Seitentheilen beträchtlich früher, als in der Mittelpartie.

In den Ecken rechts und links vom Ganglion Fig. 47, wo C. Heider (seine Figur 150 und 151) eine Gruppe von Ectodermzellen angibt, aus denen das Ventralseptum entstehen soll, kann ich solche Zellen nicht finden, wohl aber sieht man über dem Ganglion ein Band von Mesodermelementen *ms*. Beachtenswerth sind die mitten durch die interganglionale Zone gehenden Diagramme. Hier liegt nämlich wohl beiderseits der Medianfurche ein der Längscommissur entsprechender, aber noch faserloser Seitenstrang; dagegen fehlt hier der bei *Melolontha* entwickelte selbstständige und continuirliche interganglionale Mittelstrang und zeigt auch die Bodenwand der Medianfurche keine Spur einer Spaltung.

Die Abwesenheit eines continuirlichen Mittelstranges erhellt ferner auch aus den Schritten, die einem Stadium angehören, wo bereits das Rückenrohr gebildet ist.

Bezüglich des interganglionalen Theiles lassen es die Schnitte zweifelhaft, ob gewisse Zellen als Überreste einer interganglionalen Medianbildung oder als Bestandtheile des vorderen, beziehungsweise des hinteren ganglionalen Zellenlagers aufzufassen sind.

Der Schnitt Fig. 48 ist von einem fast reifen Embryo. Er zeigt uns die Längscommissuren zwischen dem dritten und vierten Hinterleibsganglion. Das dicke Faserbündel ist von einem Kranz von Kernen umgeben, an deren Aussenseite eine dünne, homogene Membran sichtbar ist. Die Längscommissurenscheide macht somit mehr den Eindruck eines mit einer Cuticula versehenen Epithels, als den einer bindegewebigen Umhüllung. Beide Längscommissuren stehen einander viel näher, als im früheren Stadium. Es findet somit, was aus der Vergleichung der in toto herauspräparirten Ganglienketten Fig. 44 u. 45 noch deutlicher erhellt, im Bereiche des Abdomens eine Annäherung der Längscommissuren statt, während sie innerhalb der Brust weiter von einander getrennt bleiben. Zwischen den Commissuren zeigt unsere Figur ein Connectivgewebe, das ich aber im Hinblick auf die früheren Zustände als eine Wucherung der mesodermalen Schichte betrachten möchte. Dieses Connectiv ist auch mit dem Darmfaserblatt *df* verknüpft. Von einem Ventralseptum, wie es C. Heider erwähnt, ist weder hier noch in der Brust etwas zu erkennen. Während auf dem von C. Heider in Fig. 149 abgebildeten Gehirnschnitt nur zu äusserst grosse Ganglienzellen vorkommen, nach innen zu aber eine dicke Lage relativ kleiner, unipolarer Zellen zu sehen ist, besteht an den fertigen Brustganglien fast die ganze Masse der Zellen aus grossen, birnförmigen Elementen, und sind kleinere Zellen nur in der allernächsten Umgebung der fibrillären Theile erkennbar. Auch zeigen die Kerne der grossen Zellen hier entschieden eine andere Beschaffenheit als auf der Figur C. Heider's. Sie

[1] Fig. 44 zeigt links die schon hoch entwickelte Anlage des Tracheenlängsstammes. Zugleich ersieht man aus diesem Präparat, dass die ausschliessliche Anwendung der Querschnittmethode leicht zu Irrungen Anlass gibt. Während nämlich C. Heider S. 57 den Tracheenlängsstamm schon vor dem Hüllenriss ein continuirliches Rohr sein lässt, besteht er in Wirklichkeit noch lange nachher aus einer Reihe völlig separirter Kammern. Auch die Vertheilung der Seitenäste wird von C. Heider nicht richtig dargestellt.

enthalten nämlich hier nicht zahlreiche kleine Kern-, beziehungsweise Chromatinkörperchen, sondern einen grossen Nucleolus oder aber neben dem grossen noch einige kleinere tingirte Corpuscula.

Wir werfen nun zunächst einen Blick auf die Bauchmarksflächenbilder von *Melolontha* in Fig. 59 u. 60.

In Fig. 59 sehen wir zwischen den Ganglien einer- und den Längscommissuren andererseits deutlich den intergangliönalen Mittelstrang. Die Zellen des letzteren erscheinen aber vorwiegend in der Nähe der Ganglien angehäuft, während die Mittelpartie sehr zellenarm ist. Betrachtet man daneben den älteren Zustand (Fig. 60), so erkennt man sofort, dass eine noch weitere Reduction des Mittelstranges stattgefunden hat, indem von ihm nur mehr zapfenartige Anhänge am vorderen und hinteren Ende der Ganglien sichtbar sind, welche Zapfen später, wie Fig. 72 lehrt, unter gleichzeitiger Verkürzung der Längscommissuren ebenfalls verschwinden.

Aus diesen Flächenbildern nun schliesse ich im Zusammenhang mit dem oben an den Querschnitten dargestellten Verhalten, dass das Zellenmaterial des intergangliönalen Mittelstranges, zum Theile wenigstens, mit den Ganglien vereinigt wird, oder, mit anderen Worten, dass eine Vergrösserung des ganglionalen Mitteltheiles auf Kosten des intergangliönalen erfolgt.

Zur besseren Veranschaulichung der bezüglich des Mittelstranges von *Melolontha* gewonnenen Ergebnisse sowie einiger anderer die Bauchmarksentwicklung betreffender Verhältnisse, mögen die schematischen Zeichnungen, Holzschnitt Fig. 34—38, dienen.

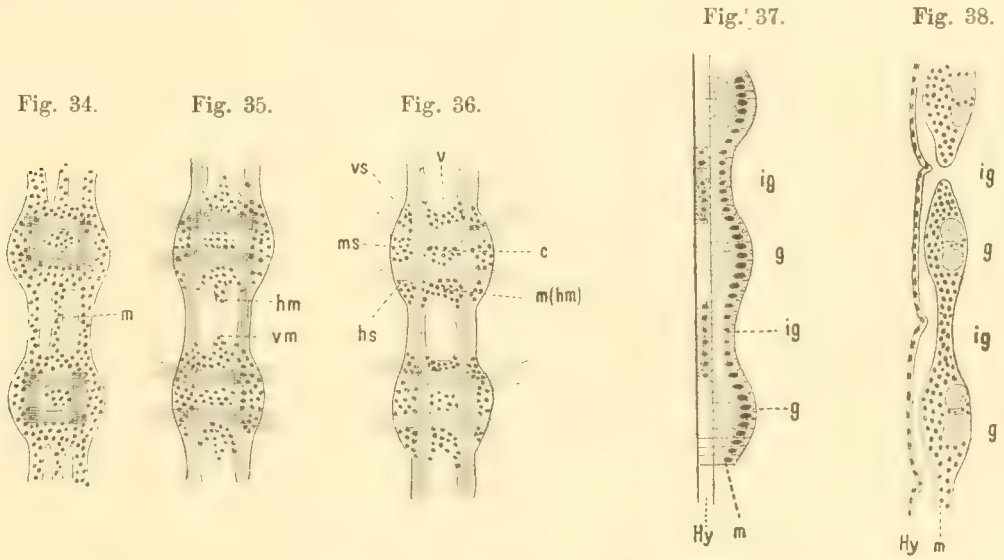


Fig. 34—38 Schematische Längsschnitte durch die Anlage der Ganglienkette von *Melolontha*.
Fig. 34—36 Horizontale, Fig. 37, 38 sagittale Schnitte. *m* intergangliönaler Mittelstrang, *vm* vorderes, *hm* hinteres Mittelzellenlager, *vs*, *hs*, *ms* vorderes, mittleres und hinteres seitliches Zellenlager, *g* ganglionale, *ig* intergangliönale Strecke, *Hy* Hypodermis.

Xylogramm Fig. 34—36 zeigt drei Stadien von der Fläche. Im ersten, Fig. 34, ist der Mittelstrang *m* noch völlig erhalten. Quer- und Längsfasern sind erst innerhalb der Ganglien entwickelt, fehlen aber noch in den Längscommissuren. Im Stadium II, Xylogramm 35, ist der Mitteltheil des Medianstranges bereits verschwunden und erscheinen seine Überreste als zapfenartige Gebilde mit dem hinteren *hm* und dem vorderen ganglionalen Zellenlager *vm* vereinigt. Die Längscommissuren haben bereits Fasern. Im Stadium III, Xylogramm 36, endlich ist jede Spur eines selbstständigen intergangliönalen Mediantheiles verwischt.

Die Xylogramme Fig. 37 u. 38 geben mediane Längsschnitte durch drei aufeinanderfolgende Bauchmarksknoten. Fig. 37 ist ein Stadium, wo der ganglionale *g* und der intergangliönale Mediantheil *ig* mit dem Ectoderm, beziehungsweise der späteren Hypodermis *Hy* noch fest verbunden ist.

Das Schema verdeutlicht, dass auf den ganglionalen Strecken das Plasma der Ectodermzellen einschliesslich der Kerne ganz und ungetheilt in die Ganglien übergeht, während intergangliönal eine Theilung

des Plasmas und der Kerne in zwei Schichten erfolgt, von welchen nur die dickere Innenlage an der Bauchmarksbildung Antheil nimmt. Schema Fig. 38 versinnlicht dann den späteren Zustand nach erfolgter Lostrennung der Ganglienkette von der Hypodermis *Hy*. Die Ganglienreihe ist ursprünglich auch in der Medianzone unter Vermittlung des interganglionalen Stranges *ig* eine continuirliche Bildung. (Im hinteren Theil der Figur.) Später aber, wenn der interganglionale Strang in der Mitte sich trennt und seine Zellen — was vorläufig aber blos Annahme ist — sich an dessen Enden zurückziehen (vorderer Theil der Figur) entsteht eine Discontinuität.

Wir besichtigen nun zunächst einige Bauchmarksflächenbilder von *Lina*.

Fig. 33 zeigt die Bauchtheile des zweiten und dritten Abdominalsegmentes. Jede Hälfte eines Metamers sondert sich in zwei Stücke, in ein medianes *bm*, die seitliche Anlage des Bauchmarks, und in eine laterale, das Stigma *st* enthaltende Platte *p*, die laterale Ventralplatte. Hiebei werden, wie die Figur lehrt, diese zwei Ectoderm-Areale derart von einander abgegrenzt, dass die lateralen Ganglionalplatten eine fast nierenförmige Contour erhalten.

Fig. 34 ist von einem $2^1/_2$ Tage alten Ei. Man sieht die beiden bereits gegliederten Seitenstränge und dazwischen die noch continuirliche Mittelplatte *m*, welche hinter dem Mund *mu* aufhört. Der dunkelrothe, zellige Rahmen beiderseits der Mittelplatte entspricht dem äusseren Rand der Medianfurche und zeigt je nach der Einstellung des Mikroskops ein verschiedenes Aussehen. Auf den interganglionalen Strecken treten diese u. A. auch in Fig. 43 (bei *Hydrophilus*) sichtbaren, mit *o* bezeichneten Leisten weiter auseinander und biegen sich seitwärts, indem sie hier die intersegmentalen Furchen umgrenzen.

Mitten in den ganglionalen Seitentheilen bemerkt man einen hellen Fleck als erste Andeutung der Differenzirung der Fibrillärsubstanz. Letztere fehlt aber noch vollständig auf den interganglionalen Strecken, sowie in der Schlund-Commissur *sc*.

Im Stadium Fig. 35 sind die Lateralstränge noch deutlicher gegliedert und hat die fibrilläre Masse an Ausdehnung gewonnen. Leider konnte ich aber an der Mittelplatte bisher keine solchen Differenzirungen wahrnehmen, wie ich sie oben bei *Hydrophilus* und *Melolontha* beschrieben habe und dasselbe gilt u. A. auch für die übrigen von mir untersuchten Insecten.

Was die einschlägigen Querschnitte betrifft, so erwähne ich vorläufig [1] Folgendes. An einem ganglionalen Diagramm durch das zweite Abdominalsegment eines $4^1/_2$ Tage alten Keimstreifs zeigt der Mitteltheil die überall wiederkehrende Fächerfigur. In den Seitentheilen sieht man einzelne grosse Ganglienzellen, aber noch keine Spur von Fasern.

An einem fünf Tage alten Keimstreif ist die Ganglienkette bereits vom Ectoderm abgelöst. An der interganglionalen Zone ist der Mangel eines Mittelstranges zu constatiren.

Zwischen den oberen Schlundganglien ist bei *Lina* eine tiefe Einfaltung. Diese von mir auch bei den Musciden (25 Fig. 19) und von C. Heider bei *Hydrophilus* nachgewiesene Falte deutet wohl unzweifelhaft darauf hin, dass, im Gegensatz zu Hatschek's Angaben bei den Schmetterlingen, die Mittelpartie des Gehirns in ähnlicher Weise wie der Mediantheil der Bauchmarksganglien auf dem Wege der Einstülpung zu Stande kommt.

Sonst sieht man noch, dass die zelligen Elemente lediglich auf der Aussenseite vorkommen, während auf der inneren oder der dem Schlund zugekehrten Seite blos Fasersubstanz liegt.

Lehrreich sind auch die Querschnitte durch das *Stenobothrus*-Bauchmark.

An einem 23 Tage alten Keimstreif zeigt der vierte Schnitt, vom Hinterende des Abdomens gerechnet, noch keinerlei Einstülpung, aber eigenthümliche, fächerartig angeordnete, zum Theile auch relativ grosse Kerne, ein Verhalten, das dem des eingestülpten Mediantheiles anderer Insecten nicht unähnlich ist. Es ergibt sich nun die Frage, ob dieser zum Theile auch, wie es scheint, von Will bei den Aphiden beobachtete

[1] Da in dieser Arbeit des Raumes wegen nur ein geringer Theil meiner die Nervensystementwicklung betreffenden Beobachtungen niedergelegt ist, komme ich auf diesen Gegenstand vielleicht später noch einmal zurück.

Zustand nicht vielleicht in dem Sinne gedeutet werden könnte, dass hier, wenigstens local, der medullare Mediantheil nicht durch Invagination, sondern in ähnlicher Weise wie an den Seitentheilen einfach durch eine locale Wucherung und Differenzirung der betreffenden Ectodermelemente entsteht.

Im nächstfolgenden vorderen Schnitt wird auffallenderweise das Fächerbild des früher erwähnten Schnittes vermisst.

Wäre die obige Vermuthung über die Entstehung des medullaren Mediantheiles richtig, so dürfte diese Region wohl als interganglional aufzufassen sein.

Der nächste Schnitt zeigt ähnliche Zustände und tritt hier die Fächerfigur sogar noch deutlicher hervor. Ausserdem ist hier die erste Andeutung der medullaren Seitentheile erkennbar.

Ein ganz anderes Bild zeigt der nächste Schnitt (vergl. hiezu Fig. 52). Hier sieht man an der äusseren Oberfläche eine wirkliche Medianeinstülpung und darüber einen im Umriss fast kelchglasartigen zelligen Mitteltheil, von dem es mit Rücksicht auf die früher betrachteten Schnitte zweifelhaft bleibt, ob er auch wirklich ein Product der Einstülpung ist. Ausserdem bemerkt man hier an den Seitenwülsten Bilder, welche auffallend an jene erinnern, die Korotnef bei *Gryllotalpa* dargestellt hat. Man beachte vor Allem die zahlreichen nahe der Oberfläche befindlichen, zum Theile mit zwei Kernen versehenen grossen Zellen und dann die reihenweise Anordnung der darüber befindlichen kleineren Zellelemente.

Letztere Zustände treten noch deutlicher an einer Serie von Querschnitten hervor, welche einem mehr vorgeschrittenen Keimstreif angehören. Am ersten dieser Schnitte ist ein länglich-keulenförmiger Mediantheil wohl als hinteres Zellenlager zu deuten. Beiderseits sind die Lateralwülste in mehrere Stränge oder Blätter getheilt, deren Zellen offenbar als Theilungsproducte der zum Theile sehr grossen oberflächlichen Neuroëctodermzellen anzusehen sind.

Der nach hinten zunächst folgende interganglionale Schnitt (zwischen dem Pro- und Mesognathalganglion) zeigt eine deutliche Medianeinstülpung und die noch keine Fasern enthaltenden gleichfalls in Blätter gesonderten Anlagen der Längscommissuren.

Der Schnitt Fig. 52 gehört dem Mesognathalganglion an, wo die Fasersubstanz bereits eine grosse Mächtigkeit erreicht.

Die erwähnte, bekanntlich auch von Reichenbach beim Flusskrebs beobachtete Blätterung der Ganglienzellen bleibt bei *Stenobothrus* sehr lange bestehen. So finden wir sie u. A. noch an dem in Fig. 53 abgebildeten Querschnitt durch das Mittelbrustganglion eines 210 Tage alten (überwinternden) Embryos. Am gleichen Schnitt sieht man auch die Differenzirung der zelligen Elemente des Ganglions in grosse und kleine Elemente, von welchen die letzteren ausschliesslich nur eine dünne Schichte *in* um die fibrilläre Substanz bilden. Gerade am vorliegenden Präparat macht es mir auch den Eindruck, als ob dort, wo die peripherischen Nerven aus dem Ganglion austreten (an der Figur rechts), die äussere Ganglienscheide mit der inneren kleinzelligen Schichte zusammenflösse; doch sind dies Verhältnisse, die gleich zahlreichen anderen Fragen noch eines genaueren Studiums bedürfen.

Einen interganglionalen Mittelstrang konnte ich nirgends beobachten.

Sehr lehrreich ist noch der Schnitt Fig. 55. Er gehört dem Mittelbrustganglion an und stammt von einem nahezu reifen (250 Tage alten) Embryo. Die frühere Blätterung der ausschliesslich auf die Ventral- und Seitenfläche beschränkten Lage der grossen Ganglienzellen ist hier völlig verschwunden, und bezeichnet somit eine blosse Entwicklungsstufe. Dorsal tritt die fibrilläre Partie unmittelbar an das Perineurium *pn* heran, welches auch hier mehr den Eindruck eines (wohl dem Ectoderm zuzurechnenden) Epithels, als den eines Bindegewebes macht.

Sehr complicirt erscheint hier ferner die Verbindung des Ventralseptums mit der dorsalen Mittellinie des Ganglions. Man sieht hier eine Bildung, die bei oberflächlicher Musterung leicht als sogenannte Chorda gedeutet werden könnte, die aber in Wirklichkeit aus einem Bündel Längsmuskeln *lm* besteht, von dem die aus der Figur ersichtlichen bindegewebigen Mediantheile des Septums entspringen.

Zum Schlusse werfe man noch einen Blick auf den Medianschnitt eines fast reifen *Gryllotalpa*-Embryos in Fig. 148. Es sind hier getroffen: das obere und untere Schlundganglion, *og* und *ug*, ferner die Thoracalganglien $th_1 g$, $th_3 g$, von welchen der metathoracale Knoten $th_3 g$ einen ganz ausserordentlichen Umfang zeigt, und dann noch fünf Abdominalganglien.

Mit Rücksicht auf Korotnef's Angabe, dass die kleinkernige innere Nervenscheide oder Neuroglia erst im postembryonalen Zustand deutlich hervortritt, ist sie, wie man sieht, bereits in diesem embryonalen Stadium schon vollkommen differenzirt und hebt sich ungemein scharf von der Umgebung ab. Auch liegt nach dem, was wir bei *Stenobothrus, Hydrophilus* u. A. gesehen haben, nicht der geringste Grund vor, diese innere Schichte auf eingewanderte Blutzellen zurückzuführen, sondern letztere sind wohl genau von derselben ectodermalen Abstammung, wie die eigentlichen Ganglienzellen.

Verzeichniss der einschlägigen Schriften.

1. Ayers H. On the development of Oecanthus niveus and its parasite Teleas. Mem. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. III, 1884.
2. Balfour F. M. Handbuch d. vergleich. Embryologie. Übersetzt von Vetter, Bd. I. Jena 1880.
3. Bobretzky N. Über die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 31. Bd. 1878.
4. Brandt A. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Libelluliden und Hemipteren. Mém. Acad. St. Pétersbourg. Sér. VII, tom. XIII, Nr. 1869.
5. Brauer Fr. Betrachtungen über die Verwandlung der Insecten im Sinne der Descendenztheorie. Verhandl. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. in Wien, 1869, S. 299.
6. Bruce A. T. Observations on the embryologie of Insects and Arachnides. Baltimore 1887.
7. Bütschli O. Zur Entwicklungsgeschichte der Biene. Zeitschr. f. wiss. Zool. 20. Bd. 1870.
8. — — Bemerkungen über die Entwicklung von Musca. Morphol. Jahrbuch, 14. Bd. 1888.
9. Carrière J. Zur Embryonalentwicklung der Mauerbiene (*Chalicodoma muraria* Fabr.). Zool. Anzeiger, 1890, Nr. 327.
10. Cholodkovsky N. Über die Bildung des Entoderms bei *Blatta germanica*. Zool. Anzeiger 1888, Nr. 275.
11. — — Studien zur Entwicklungsgeschichte der Insecten (*Blatta germanica*). Zeitschr. f. wiss. Zool. 48. Bd. 1889.
12. — — Zur Embryologie von *Blatta germanica*. Zool. Anzeiger 1890, Nr. 330.
13. Dohrn A. Notizen zur Kenntniss der Insectenentwicklung. Zeitschr. f. wiss. Zool. 26. Bd. 1876.

13.* Ebner v. V. Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. XCVII. 1888.

14. Emery C. Ontogenie der Insecten (Referat). Biolog. Centralblatt 1889, S. 396.
15. Ganin M. Über die Embryonalhülle der Hymenopteren- und Lepidopteren-Embryonen. Mém. Acad. St. Pétersbourg, Sér. VII, tom. 14, 1870.
16. Gossens Th. Annales des sciences naturelles de France. 1868 u. 1887—1888.
17. Graber V. Der Organismus der Insecten (Naturkräfte). München 1877.
18. — — Vorläufige Ergebnisse einer grösseren Arbeit über vergleichende Embryologie der Insecten. Archiv f. mikrosk. Anat. 15. Bd. 1878.
19. — — Vergleichende Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Insecten (Naturkräfte). München 1879.
20. — — Über die Polypodie bei Insecten-Embryonen. Morphol. Jahrb. 13. Bd. 1887.
21. — — Über die primäre Segmentirung des Insecten-Keimstreifs. Morphol. Jahrb. 14. Bd. 1888.
22. — — Vergleichende Studien über die Keimhüllen und die Rückenbildung der Insecten. Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. LV, 1888.
23. — — Über den Bau und die phylogenetische Bedeutung der embryonalen Bauchanhänge der Insecten. Biol. Centralblatt 1889, Nr. 12.
24. — — Über die embryonalen Hinterleibsanhänge der Insecten und ihre Bedeutung für die Erkenntniss der Vorfahren dieser Thiere. (Mit Abbildungen.) Zeitschr. Die Natur. Halle 1889, Nr. 42.
25. — — Vergleichende Studien über die Embryologie der Insecten und insbesondere der Musciden. Denkschr. d. mathem.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. LVI. 1889.

26. Grassi B. Intorno allo sviluppo delle Api nell'uovo. Atti dell'Accad. Gioenia di sc. nat. Catania. Ser. 3, vol. 18. 1884.
27. — — I progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. Roma 1888.
28. — — Morfologia delle Scolopendrelle. Torino 1886.
29. — — Contribuzione allo studio etc. del genere Machilis. Accad. Gioenia 1885.
30. Haase E. Die Vorfahren der Insecten. Gesellsch. Isis. Dresden 1886.
31. — — Abdominalanhänge bei Hexapoden. Gesellsch. naturforsch. Freunde. Berlin 1889.
32. — — Die Zusammensetzung des Körpers der Schaben. Ebendort 1889.
33. — — Die Abdominalanhänge der Insecten mit Berücksichtigung der Myriapoden. Morphol. Jahrb. 1889.
34. Hatschek B. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Lepidopteren. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 11. Bd. 1877.
35. Heathcote F. G. The postembryonic development of Julus terrestris. Philos. Transact. London. Vol. 179, 1888.
36. Heider K. Über die Anlage der Keimblätter von *Hydrophilus piceus* L. Abhandl. d. königl. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1885.
37. — — Die Embryonalentwicklung von *Hydrophilus piceus* L. I. Th. Jena, G. Fischer, 1889.
38. Herold M. Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge; anatomisch und physiologisch bearbeitet. Kassel und Marburg 1815.
39. Hertwig O. u. R. Die Cölomtheorie. Jena 1881.
40. Jackson W. H. Note on the sexual apertures of the *Lepidoptera chrysalis*. Zool. Anzeiger 1890, Nr. 326.
41. Kennel J. Entwicklungsgeschichte von *Peripatus Edwardsii* etc. I. und II. Arb. d. zool. zoot. Instit. Würzburg 7. u. 8. Bd. 1885 u. 1888.
42. Korotnef A. Die Embryologie der *Gryllotalpa*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 41. Bd. 1885.
43. Kowalevsky A. Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. Acad. imp. scienc. St. Pétersbourg Sér. 7, tom. 16, No. 12, 1871.
44. — — Zur embryonalen Entwicklung der Musciden. Biol. Centralbl. 6. Bd. 1886.
45. Knatz L. Verwandtschaft und relatives Alter der *Noctuae* und *Geometrae*. Zool. Anzeiger, 9. Bd. 1886, S. 610.
46. Krieger K. R. Über das Centralnervensystem des Flusskrebses. Zeitschr. f. wiss. Zool. 33. Bd. 1880.
46.* Lankester E. R. On the primitiv cell-layers etc. Ann. and Mag. N. Hist. Vol. XI, 1873.
47. Locy A. Observations on the development of Agelena naevia. Bull. of the Museum of comp. Zoologie at Harvard College. Vol. 12, Nr. 3. 1886.
48. Leydig Fr. Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen 1864.
49. — — Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Tübingen 1864.
50. Maestri A. Frammenti anatomici, fisiologici e patologici sul baco da seta 1856.
51. Mayer P. Über Ontogenie und Phylogenie der Insecten. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 10. Bd. 1876.
52. Melnikof N. Beiträge zur Embryonalentwicklung der Insecten. Archiv f. Naturg. 35. Bd. 1869.
53. Metschnikof E. Untersuchungen über die Embryologie der Hemipteren. Vorl. Mitth. Zeitschr. f. wiss. Zool. 16. Bd. 1866.
54. — — Embryologische Studien an Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 16. Bd. 1866.
55. — — Embryologie der doppelfüssigen Myriapoden *(Chilognatha)*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 24. Bd. 1874.
56. — — Embryologisches über *Geophilus*. Ebenda, 24. Bd. 1874.
57. — — Embryologie des Scorpions. Ebenda, 21. Bd. 1870.
58. Nusbaum Jos. The embryonic development of the Cockroach *(Blatta germanica)* in: The structure etc. of the Cockroach by L. C. Miall and A. Denny. London 1886.
59. — — Die Entwicklung der Keimblätter bei *Meloe proscarabaeus*. Biol. Centralblatt, 8. Bd. 1888, Nr. 15.
60. — — Zur Frage der Segmentirung des Keimstreifs und der Bauchanhänge der Insectenembryonen. Biol. Centralblatt 9. Bd. 1889, Nr. 17.
61. — — Zur Frage der Rückenbildung bei den Insectenembryonen. Biol. Centralblatt, 1890. Nr. 4.
62. Oudemans J. T. Thermophyla furnorum. Tiydskr. voor Entomologie, XXXII, 1889 (oder 1890,) S. 425—432.
63. Packard A. S. Embryologie of Caloptenus spretus. Third Report of the Unit. States. Entom. Commission 1880—82.
64. — — Embryol. Studies on Diplax etc. Mem. Peabody Acad. scienc. I, II. 1871.
65. — — The systematic position of the Orthoptera in relation to other orders of insects. Ebendort, S. 286—345.
66. Patten W. The development of Phryganids with a preliminary note on the development of *Blatta germanica*. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. 24. 1884.
67. — — Studies on the Eyes of Arthropods. Journ. of Morphol. Vol. II, 1888.
68. Rabl C. Theorie des Mesoderms. Morphol. Jahrbuch, 15. Bd. 1889.
69. Rathke H. Zur Entwicklungsgeschichte der Maulwurfsgrille. Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1844.
70. Reichenbach. Studien zur Entwicklungsgeschichte des Flusskrebses. Senkenberg. Naturforsch. Gesellsch. 1888.
70.* Selvatico D. S. Sullo sviluppo embrionale dei Bombicini. Annuario della r. stazione bacologica di Padova 1882.
71. Tichomirof A. Zur Entwicklungsgeschichte des Seidenspinners *(Bombyx mori)* im Ei (russisch). Arb. d. Labor. d. zool. Mus. Moskau 1882.
72. Ulianin. Beobachtungen über die Entwicklung der Poduren. Moskau 1874.
73. Verson E. Zur Parthenogenesis beim Seidenspinner. Zool. Anzeiger 1890.
74. Voeltzkow A. Entwicklung im Ei von *Musca vomitoria*. Arb. d. zool.-zoot. Instit. Würzburg 1889.

75. Voeltzkow A. *Melolontha vulgaris.* Ein Beitrag zur Entwicklung im Ei bei Insecten. Ebendort 1889.
76. Weismann A. Die Entwicklung der Dipteren im Ei etc. Zeitschr. f. wiss. Zool. 13. Bd. 1863.
77. Will L. Entwicklungsgeschichte der viviparen Aphiden. Spengel's Zool. Jahrbücher, Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. III. 1888.
78. Witlaczil E. Entwicklungsgeschichte der Aphiden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 40. Bd. 1884.
79. Wheeler W. M.[1] Über drüsenartige Gebilde im ersten Abdominalsegment der Hemipteren-Embryonen. Zool. Anz. 1889.
80. Wood-Mason J. Entom. notes. Transact. ent. Soc. 1879.
81. Zaddach G. Die Entwicklung des Phryganiden-Eies. Berlin 1854.
82. Zograf. Die Embryonalentwicklung von *Geophilus* (russisch). Arb. d. Labor. d. zool. Museums d. Univ. Moskau, T. XLIII, 1. Heft, 1883.

[1] Dessen neue Arbeit The embryologie of Blatta germanica and Doryphora 10-lineata im Journal of Morphologie, Boston 1889, Vol. 3, ist mir leider noch nicht zugekommen.

Erklärung der Tafeln.

Allgemeine Bezeichnungen:

A Abdomen.
a_1, a_2 etc. Erstes, zweites etc. Abdominalsegment.
a_1a, a_2a etc. Ventrale Anhänge des ersten, zweiten etc. Abdominalsegmentes.
ah Äussere Keimhülle (Ectoptygma oder Serosa).
an Anus.
at Antennen.
bm Bauchmark.
C Kopftheil.
cg Centrales Zellenlager der Bauchmarksganglien.
dd Darmdrüsenblatt oder Enteroderm (Ento-Mesenteron).
df Darmfaserblatt.
dk Dotterkerne.
dz Dotterzellen.
ec Ectoderm (Ectoblast).
g_1, g_2, g_3 Pro-, Meso- und Metagnathalsegment (Region der Oberkiefer, Maxillen und Unterlippe).
g'_1, g'_2, g'_3 Die entsprechenden Abschnitte des unteren Blattes oder des Ptychoblasts, beziehungsweise des Mesoderms.
g_1a, g_2a, g_3a Pro-, Meso- und Metagnathalanhänge (Mandibeln, Maxillen und Unterlippe).
g_1g, g_2g, g_3g Die zugehörigen primären Ganglien (Pro-, Meso- und Metagnathalganglion).
gf Gastral- oder Ptychoblastfurche.
h_1, h_2, h_3 Abschnitte des oberen Schlundganglion oder des Gehirns.
kfh Kopfhüllenfalte (cephale Gastroptyche).
hm Hinterer Mediantheil der Bauchmarksanlage.
hg Hinteres Zellenlager der Ganglien.
hy Hypodermis.
ig Interganglionale Zone, d. i. die Strecke zwischen den Bauchmarksganglien.
ih Innere Hülle (Entoptygma oder Amnion).
in Innere Nervenscheide (Neuroglia).
k Kopftheil.
ks Keimstreif oder Protosoma.
l Lateraler Strang der Bauchmarksanlage (sog. Primitivwülste).
la_1a Lateraler Lappen des ersten (ventralen) Abdominalanhanges.
lc Längscommissuren zwischen den Bauchmarksganglien.
lhf Lateraler Theil der Keimhüllenfalte (Gastroptyche).
lm Lateraler Mediantheil der Bauchmarksanlage.
m Mediane Medullarplatte.
m' Innere (dorsale) Schichte der medianen Medullarplatte.
ma_1a Medianer Lappen des ersten Abdominalanhanges.
Mc Mesocoel (Spalthöhle im Mesoderm).
mf Mundfeld.
Mp Malpighische Gefässe.
Ms Mesoderm.
mu Mund.
n Nerv.
o g Oberes Schlundganglion.
OE Opistho-Enteroderm, hinterer Drüsenblattkeim.
Pc Protocephaleum, Urkopf.
PE Pro-Enteroderm, vorderer Drüsenblattkeim.
pn Perineurium oder äussere Ganglienscheide.
PR Protocormus, Urrumpf.
Pr Proctodaeum, Enddarm.
Pt Ptychoblast, d. i. durch Einstülpung gebildetes primäres Entoderm oder unteres Blatt.
Sc Somatocoel, definitive Leibeshöhle.
sc Schlundcommissur.
Sch Schwanztheil.
sg Seitliche Ganglienzellenlager.
sp Speicheldrüsen.
st Stigmata.
sto Stomodaeum, Munddarm.
Th Thoracalabschnitt.
th_1, th_2 etc. Äussere (ectodermale) Thoracalsegmente.
th'_1, th'_2 etc. Innere (Ptychoblast-) Thoracalsegmente.
th_1a, th_2a etc. Ventrale Thoracalanhänge oder Beine.
vg Vorderes Ganglienzellenlager.
vs Pulsirendes Ventralseptum.
ug Unteres Schlund- oder Gnathalganglion.

TAFEL I.

Lina tremulae.

Ungefähr 20mal vergrösserte Ansichten der frischen Eier bei durchfallendem Licht und bei Anwendung des Compressoriums. (Die Keimhüllen sind meist weggelassen.) Der Dotter ist hier (wie in allen übrigen Figuren) gelb markirt.

Fig. 1. $1^1/_2$ Tage alt. Die Querbänder sind Runzeln der Schale.
„ 2. „ „ „ } Erstes Auftreten des Keimstreifs und der Gastral- oder Ptychoblast-Furche. Flächenansicht.
„ 3. „ „ „ }

Fig. 4—6. $1^1/_2$ Tage alt. } Drei innerhalb einer Stunde nach einander beobachtete Entwicklungsphasen.
„ 7—9. $1^1{}_2$ „ „ }
„ 10. $1^3/_4$ Tage alt. } Seitenansicht des Keimstreifs.
„ 11. 2 „ „ }
„ 12. 2 „ „ Flächenansicht von der Dorsalseite.
„ 13. 2 „ „ } Seitenansicht.
„ 14. $2^1/_4$ „ „ }
„ 15. $2^1/_2$ „ „ Seitenansicht. Die quere Afterspalte *an* stellt sich hier wie eine unmittelbare Fortsetzung der Gastralfurche dar.
„ 16. $2^3/_4$ „ „ } Erstes Auftreten der Gliedmassenanlagen. a_1a Extremitätenansatz am ersten Abdominalsegment.
„ 17. $2^3/_4$ „ „ }
„ 18. 3 „ „ Beginn der retrograden Bewegung des Schwanztheiles *an*.
„ 19. 4 „ „
„ 20. $4^1/_2$ „ „
„ 21. 5 „ „
„ 22. 8 „ „ Eben ausgeschlüpfter Embryo von der Bauchseite. s_1, s_2, s_3 Pro-, Meso- und Metasternum, mv_1—mv_7 mediane Ventralplatten, lv_1—lv_7 laterale (der Basis der Beine entsprechende) Ventralplatten, *P* Pleuralplatten.
„ 23. 8 „ „ Rückenansicht. n_1, n_2, n_3 Pro-, Meso- und Metanotum, f_1, f_2 Stellen, wo später die Flügel entstehen, d_1—d_9 abdominale Dorsalplatten.

TAFEL II.

Lina tremulae.

Die zu den Figuren dieser Tafel und der folgenden Tafeln gehörigen Präparate, deren auf meine Sammlung bezügliche Nummer überall angegeben ist, wurden meist mit Borax- oder Pikrokarmin gefärbt, in Styrax-Harz eingeschlossen und mit der Cam. luc. gezeichnet.

Fig. 24. Isolirter Keimstreif, $1^1/_2$ Tage. Präp. Nr. 462. Vergr. 50/1.
„ 25. „ „ $1^1/_2$ „ „ „ 431. „ 50/1.
„ 26. „ „ $1^1/_2$ „ „ „ 432. „ 50/1.

Die Buchstaben *a* und *b* bezeichnen die Einschnitte zwischen dem Kopf- und Brusttheil einer- und zwischen dem Brust- und Hinterleibsabschnitt andererseits.

„ 27. Isolirter Keimstreif, $2^1/_4$ Tage. Präp. Nr. 434, Vergr. 50/1.
„ 28. „ „ $2^1/_4$ „ „ „ 433, 438 und 440, Vergr. 50/1.
„ 29. „ „ $2^1/_2$ „ „ „ 443 und 445, Vergr. 50/1.
„ 30. „ „ $2^3/_4$ „ „ „ 448 und 456, Vergr. 50/1.

Die Malpighischen Gefässe *Mp* sind nur scheinbar äusserliche Einstülpungen, in Wirklichkeit befinden sie sich, wie Schnitte zeigen, am Grunde eines ziemlich tiefen Proctodaeums.

„ 31. Seitenansicht des Hinterendes eines tingirten und aufgehellten geschälten Eies, um die caudale Keimhüllenfalte zu zeigen.
„ 32. Nahe der Medianebene liegender Sagittalschnitt eines $1^1/_2$ Tage alten Eies. Präp. 523 und 525. Vergr. 70/1.
„ 33. Ansicht des zweiten und dritten Abdominalsegmentes eines $2^1/_2$ Tage alten Keimstreifs, um die Differenzirung der Bauchmarksanlage *bm* zu zeigen. *P* laterale Ventralplatten. Präp. 449. Vergr. 160/1.
„ 34. Vorderste Partie der Bauchmarksanlage sammt Mund von einem $2^1/_2$ Tage alten Keimstreif, und zwar von der Ventralfläche. Präp. 448. Vergr. 160/1.
„ 35. Dasselbe von einem $3^3/_4$ Tage alten Keimstreif. Präp. 455. Vergr. 130/1.

TAFEL III.

Hydrophilus piceus.

Fig. 36. Rechte Hälfte eines isolirten Keimstreifs. *ag* Augenganglion. Man beachte das noch ganz vereinzelte Mesothoracalstigma. Präp. 3. Vergr. 70/1.
„ 37. Mittlerer Theil eines isolirten Keimstreifs, hauptsächlich um die aus drei Längswülsten (m_1l) bestehende Bauchmarksanlage zu zeigen. Präp. 18. Vergr. 70/1.
„ 38. Vordere Partie eines isolirten Keimstreifs; das Mesothoracalstigma st_1 bildet eine auffallend weite Tasche. Die Anhänge des ersten Abdominalsegmentes in zwei Läppchen ma_1a und la_1a gesondert. Präp. 11. Vergr. 80/1.
„ 39. Hintertheil eines ungefähr gleichalterigen Keimstreifs. Das letzte Abdominalstigma st_8 auf dem achten Hinterleibssegment. Präp. 9. Vergr. 50/1.

Fig. 40. Flächenansicht der Bauchmarksanlage zwischen dem zweiten Thorax- und dem ersten Abdominalsegment. Beiderseits davon Theile der betreffenden Extremitätenanlagen. Präp. 9. Vergr. 130/1.

„ 41. Dasselbe von einem etwas älteren Stadium. Man beachte die grossen gelb markirten Ganglienzellen am Hinterende der medianen Medullarplatte *hm*. Präp. 11. Vergr. 130/1.

„ 42. Mittlerer Theil eines isolirten Keimstreifs im Stadium kurz vor dem Hüllenriss. Die Abdominalanhänge erscheinen in zwei Lappen (ma_4a, la_4a) gesondert. Präp. 17. Vergr. 70/1.

„ 43. Flächenansicht des Bauchmarkes im Stadium des Hüllenrisses. L_2, L_3 laterale Ventralplatten des zweiten und dritten Abdominalsegmentes. Am Hinterrande der letzteren Spuren der als solche verschwindenden Anhänge. Präp. 14. Vergr. 130/1.

TAFEL IV.

Hydrophilus und *Stenobothrus variabilis.*

(Fig. 44—48 *Hydrophilus*.)

Fig. 44. Ventralansicht eines Theiles des Abdomens nach vorausgegangener Öffnung des Embryos und Entfernung des Dotters im Stadium der breiten Rückenplatte. *tr* noch in segmentale (aber intersegmental postirte) Kammern getheilter Tracheenlängsstamm. Der zu den Ganglien gehende Tracheenast tr_3 endigt am Ganglion mit einer knospenartigen Anschwellung. Präp. 427. Vergr. 50/1.

„ 45. Partie der isolirten Ganglienkette vom ersten und zweiten Abdominalsegment. Stadium des in den Dotter sich einsenkenden, durch zwei dorsale Längsfalten ausgezeichneten einschichtigen Rückenrohres. Präp. 429. Vergr. 130/1.

Fig. 46—48 Querschnitte durch die Bauchmarksanlage.

„ 46. Hinterende des Mittelbrustganglions. } Vor dem Hüllenriss.
„ 47. Mitte des Hinterbrustganglions. }

„ 48. Fast reifer Embryo. Zwischen dem dritten und vierten Abdominalganglion. Präp. 65. Vergr. 250/1.

(Fig. 49—55 Nervensystem von *Stenobothrus variabilis*.)

„ 49. Querschnitt durch das Ei Fig. 88. Präp. 134. Vergr. 70/1.

„ 50. „ „ das vierte Abdominalsegment des Keimstreifs Fig. 84. *r* lateraler, *q* medianer Abschnitt des Ptytchoblastes.

„ 51. „ „ das erste Abdominalsegment des Keimstreifs Fig. 86. Rechts segmental, links intersegmental Präp. 152 und 147. Vergr. 100/1.

„ 52. „ „ die Mitte des zweiten Abdominalganglions eines 30 Tage alten Embryos. Präp. 147. Vergr. 190/1.

„ 53. „ „ die Mitte des Mesothoracalganglions eines 210 Tage alten überwinternden Keimstreifs. Präp. 265. Vergr. 200/1.

„ 54. Sagittalschnitt durch die ersten Abdominalganglien eines 180 Tage alten Keimstreifs. Präp. 183. Vergr. 130/1.

„ 55. Querschnitt durch die Mitte des Mesothoracalganglions eines fast reifen Embryos. *lm* Mediane Längsmuskeln zur Befestigung des Ventralseptums. Präp. 648. Vergr. 190/1.

TAFEL V.

Melolontha vulgaris.

Fig. 56. 8 Tage altes geschältes Ei mit dem Keimstreif. Vergr. 16/1.

„ 57. Isolirter Keimstreif von einem 15 Tage alten Ei. Die Mesoblastsäcke erscheinen zum Theile fast intersegmental gelagert und aus ihrer ursprünglichen Stellung verschoben. Präp. 28, 63, 88 und 92. Vergr. 30/1.

„ 58. 16 Tage altes geschältes Ei mit Keimstreif. Vergr. 10/1.

„ 59. Hinterende eines isolirten Keimstreifs (16 Tage). a_7a, a_8a etc. die in die lateralen Bauchplatten übergehenden Ventralanhänge. After *an* dreistrahlig. Präp. 38. Vergr. 50/1.

„ 60. Hinterende eines etwas älteren (17 Tage) Keimstreifs. Die zwei Endganglien a_8, a_9 verwachsen. Präp. 67. Vergr. 50/1.

„ 61. 19 Tage altes geschältes Ei mit Keimstreif. Vergr. 10/1.

„ 62. Isolirter Keimstreif von einem 22 Tage alten Ei. Vergr. 10/1.

„ 63. Querschnitt eines Keimstreifs im Stadium Fig. 57, und zwar durch das erste Abdominalsegment. Der Mesoblastsack *(Mc)* ist nur von einer Seite (prq) von einem Epithel umgeben. Präp. 94. Vergr. 100/1,

Fig. 64—66 Querschnitte durch die Bauchmarksanlage im Stadium Fig. 58. Die fibrilären Partien sind gelb markirt.

„ 64. Mitte des dritten Abdominalganglions.

„ 65. Interganglionale Strecke zwischen dem ersten Abdominal- und dem dritten Brustganglion.

„ 66. Mitte des Metathoracalganglions.

Fig. 67—70 Bauchmarksquerschnitte im Stadium Fig. 62. Präp. 99. Vergr. 200/1.

„ 67. Interganglionale Strecke zwischen dem letzten Brust- und dem ersten Hinterleibsganglion.

Fig. 68. Mitte des ersten Hinterleibsganglions.
„ 69. „ „ „ „ in einem etwas späteren Stadium.
„ 70. Die ectodermale Integumentplatte stärker vergrössert.
„ 71. Intergangliönale Strecke zwischen dem Metathoracal- und dem ersten Abdominalganglion im Stadium der breiten Rückenplatte. Präp. 245. Vergr. 200/1.
„ 72. Horizontalschnitt durch das erste und zweite Abdominalganglion eines fast reifen Embryos. Präp. 85. Vergr. 200/1.

TAFEL VI.

Stenobothrus variabilis.

Fig. 73. Isolirte Keimscheibe eines 19 Tage alten Eies. Rechts die innere Keimhülle entfernt. Präp. 122. Vergr. 80/1.
„ 74. Isolirte Keimscheibe eines späteren Stadiums. Es hat sich bereits das untere Blatt oder der Ptychoblast *Pt* eingestülpt. Präp. 665. Vergr. 80/1.
„ 75. Isolirter Keimstreif mit dem wurstförmigen Ptychoblast. Präp. 125. Vergr. 80/1.
„ 76. „ „ Differenzirung in Urkopf und Urrumpf. Präp. 126. Vergr. 80/1.
„ 77. „ „ eines 25 Tage alten Eies. Präp. 660. Vergr. 80/1.
„ 78. „ „ „ 26 „ „ „ Sonderung des Ptychoblasts in Macrosomiten. Präp. 659. Vergr. 80/1.
„ 79. „ „ } 28—32 Tage. Präp. 130 und 131. Vergr. 80/1.
„ 80. „ „ } 28—32 Tage. Präp. 654. Vergr. 80/1.
„ 81. „ „ } 28—32 Tage. Präp. 653. Vergr. 80/1.
„ 82. Die Ptychoblastpartie a'_1, a'_2 in Fig. 81 stärker vergrössert. Man beachte die Kernfiguren der wuchernden Zone.

TAFEL VII.

Stenobothrus variabilis.

Fig. 83. Isolirter Keimstreif. Präp. 657. Vergr. 80/1.
„ 84. „ „ „ 651. „ 80/1.
„ 85. „ „ „ 102. „ 70/1.
„ 86. „ „ „ 117. „ 70/1.
„ 87. Geschältes 10 Tage altes Ei mit der ersten Keimstreifanlage *ks*. Vergr. 10/1.
„ 88. Dasselbe in einem späteren Stadium.
„ 89. „ „ „ „ „
„ 90. Reifer Embryo in der geöffneten Schale.
„ 91. Bisquitförmiger Anhang des ersten Abdominalsegmentes von einem 176 Tage alten Ei in seiner natürlichen Färbung. Präp. 268. Vergr. 130/1.
„ 92. Querschnitt durch den ersten Abdominalring eines 210 Tage alten Embryos. Präp. 265. Vergr. 200/1.

TAFEL VIII.

Pieris crataegi.

Fig. 93. Isolirter Keimstreif vom 2. Tag. Präp. 616. Vergr. 130/1.
„ 94. „ „ „ $2^1/_2$ „ „ 617. „ 130/1.
„ 95. „ „ „ $4^1/_2$ „ „ 618. „ 130/1.
„ 96. „ „ „ $4^3/_4$ „ „ 621. „ 130/1.
„ 97. „ „ „ $4^3/_4$ „ „ 622. „ 130/1.
„ 98. „ „ „ $5^1/_2$ „ „ 629. „ 130/1.
„ 99. „ „ „ $5^1/_2$ „ „ 628. „ 130/1, Kopftheil.
„ 100. „ „ „ $5^3/_4$ „ „ 635. „ 130/1. Vergl. Selvatico (70*) Fig. 1.
„ 101. „ „ „ 6 „ „ 638. „ 130/1.
„ 102. „ „ „ $6^1/_4$ „ „ 639. „ 130/1.

(Die übrigen zu *Pieris* gehörigen Figuren 113—130 sind auf Taf. X.)

TAFEL IX.

Fig. 103—106. Isolirte Keimstreifen von ***Gastropacha quercifolia***.

Fig. 103. Vom dritten Tag. Hier sieht man unter Anderem sehr deutlich den vorderen *PE* und den hinteren *OE* Drüsenblattkeim. Präp. 527. Vergr. 50/1.

Fig. 104. Vom vierten Tag. Die vordere und hintere Drüsenblattanlage haben sich vereinigt und bilden ein Paar am Stomo- und Proctodaeum ineinander übergehende Bänder (hier nur links angedeutet). Präp. 531. Vergr. 50/1.

„ 105. Vom fünften Tag. bm_8 achtes bm_{9+10} verschmolzenes neuntes und zehntes Abdominalganglion. Präp. 533. Vergr. 50/1.

„ 106. Vom sechsten Tag. Präp. 532. Vergr. 50/1.

Fig. 107—108 Keimstreifen von *Bombyx mori*.

„ 107. Vorderer U-förmiger Drüsenblattkeim *PE* besonders deutlich. Präp. 548. Vergr. 70/1.

„ 108. Ausser dem vorderen *PE* auch der hintere Drüsenblattkeim *OE* sehr deutlich. Präp. 550. Vergr. 70/1.

„ 109. Keimstreif von *Zygaena filipendula* am dritten Tag. Präp. 567. Vergr. 80/1. (Hiezu noch Fig. 111 und 112. Taf. X.

„ 110. *Hylotoma berberidis*. Isolirte Partie der Keimhüllen des fast reifen Embryos *ah* äussere Hülle (Ectoptygma *ih* innere Hülle (Entoptygma). Präp. 485. Vergr. 430.

TAFEL X.

Fig. 111. *Zygaena filipendula*. Medianschnitt durch ein $2^1/_2$ Tage altes Ei. Die Dotterzellen wurden, da sie nicht gut conservirt waren, gar nicht gezeichnet. Präp. 556. Vergr. 130/1.

„ 112. „ „ Medianschnitt eines 5 Tage alten Eies. Dotterzellen nicht gezeichnet. Präp. 561. Vergr. 110/1.

Fig. 113—130 Schnitte von *Pieris crataegi*.

„ 113. Medianschnitt eines sechs Tage alten Eies. Präp. 587 und 588. Vergr. 190/1.

Fig. 114—117 Querschnitte des Keimstreifs in Fig. 132. Präp. 645. Vergr. 190/1.

„ 114. Am künftigen Metathorax.

„ 115. „ „ Mesothorax.

„ 116. „ „ „

„ 117. „ „ „

Fig. 118—128 Querschnitte des Keimstreifs in Fig. 98. Präp. 446. Vergr. 190/1.

„ 118. Kopftheil (noch ohne unteres Blatt).

„ 119. Vorderer Gnathalabschnitt (Schnitt Nr. 13—17 von vorne gezählt).

„ 120. Schnitt Nr. 18—19.

„ 121. „ „ 20—21.

„ 122. „ „ 22—23.

„ 123. „ „ 24—26. Metathorax.

„ 124. „ „ 27—28. Zwichen Metathorax und erstem Abdominalsegment.

„ 125. „ „ 29—31. Erstes Abdominalsegment.

„ 126. „ „ 32—33. Zweites „

„ 127. „ „ 35—36. Hinteres Abdomen.

„ 128. „ „ 37—38. „ „

„ 129. Schnitt durch den Kopftheil eines etwas älteren Keimstreifs. Präp. 643. Vergr. 190/1.

„ 130. Ein anderer Kopfschnitt. Präp. 644. Vergr. 190/1.

TAFEL XI.

Hylotoma berberidis.

Fig. 131. Medianschnitt durch ein circa 2 Tage altes Ei. Präp. 496. Vergr. 70/1.

„ 132. Isolirter Keimstreif, circa 2 Tage alt. Präp. 468. Vergr. 70/1.

„ 133. „ „ „ 3 „ „ „ 498. „ 80/1.

„ 134. „ „ „ $3^1/_2$ „ „ „ 469. „ 80/1.

„ 135. „ „ „ 4 „ „ „ 473—474. „ 80/1.

„ 136. Mittlerer Abschnitt eines 4 Tage alten isolirten Keimstreifs, um die Anlagen der Abdominalanhänge zu zeigen. Präp. 477. Vergr. 100/1.

„ 137. Medianschnitt durch das Ei im Stadium Fig. 134. Präp. 480 und 507. Vergr. 80/1.

„ 138. „ „ „ „ in einem Stadium, das etwas älter als das in Fig. 135 abgebildete ist. Präp. 478. Vergr. 80/1. *r* dorsales Integument. Die Dotterzellen sind weggelassen.

„ 139. Medianschnitt eines fast reifen Embryos. g—bm_{1-3} Die verschmolzenen drei Kiefer- oder Gnathalganglien. a—bm_{10} 10 (letztes) Abdominalganglion. Präp. 483, 484, 516—519. Vergr. 80/1.

„ 140. Larve zweimal vergrössert.

„ 141. Berberisblatt mit einem Eierpacket in natürlicher Grösse.

TAFEL XII.

Fig. 142—146 ***Mantis religiosa.***

Fig. 142 *a.* Geschältes und in Karmin tingirtes Ei (aus Görz, getödtet am 8. April) in natürlicher Grösse.
b. Vergrössert.

„ 143. Isolirter Keimstreif aus dem gleichen Ei. Präp. 676—684. Vergr. 80/1.

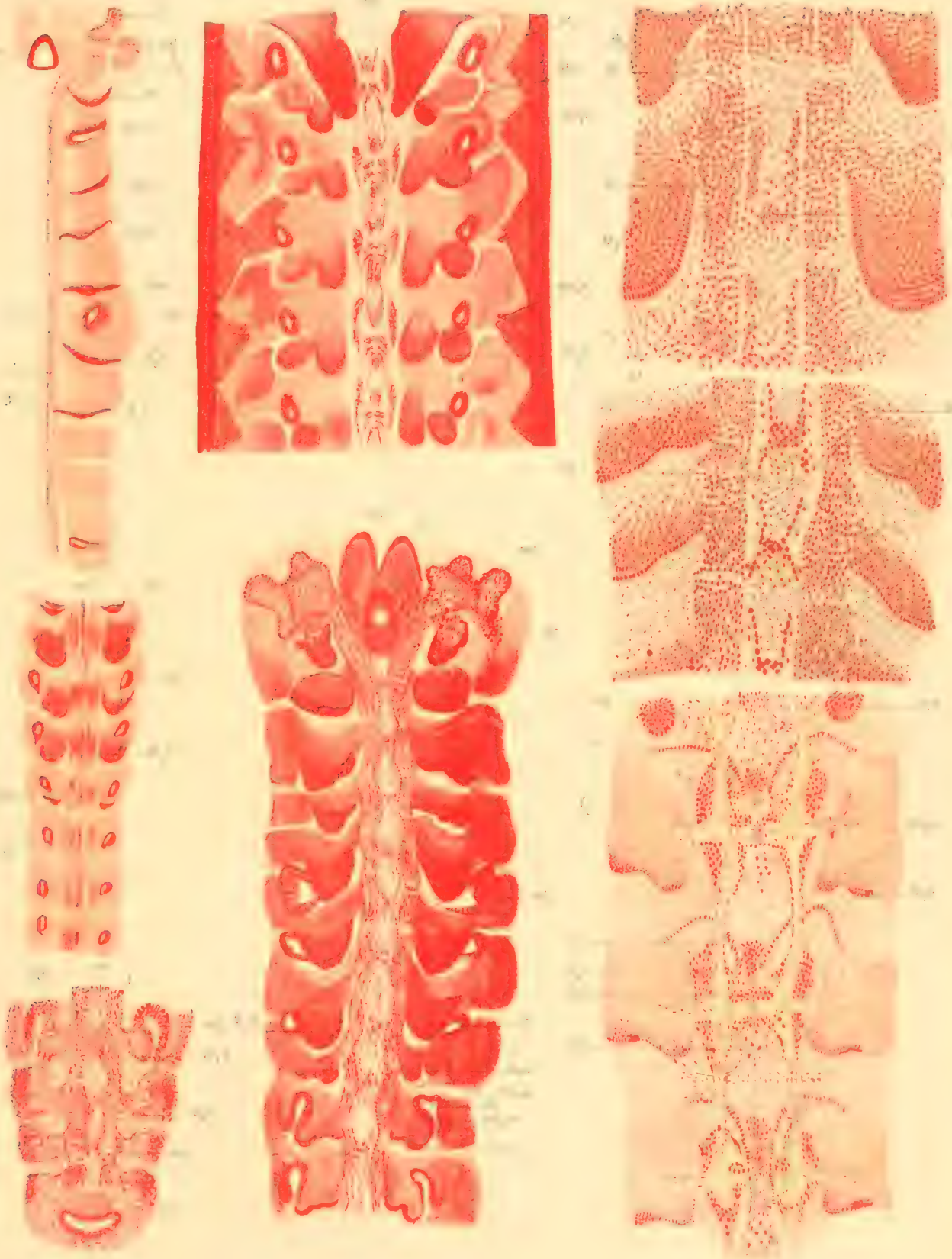
„ 144. Extremitätenanlage des ersten und zweiten Abdominalsegmentes nach Präp. 680.

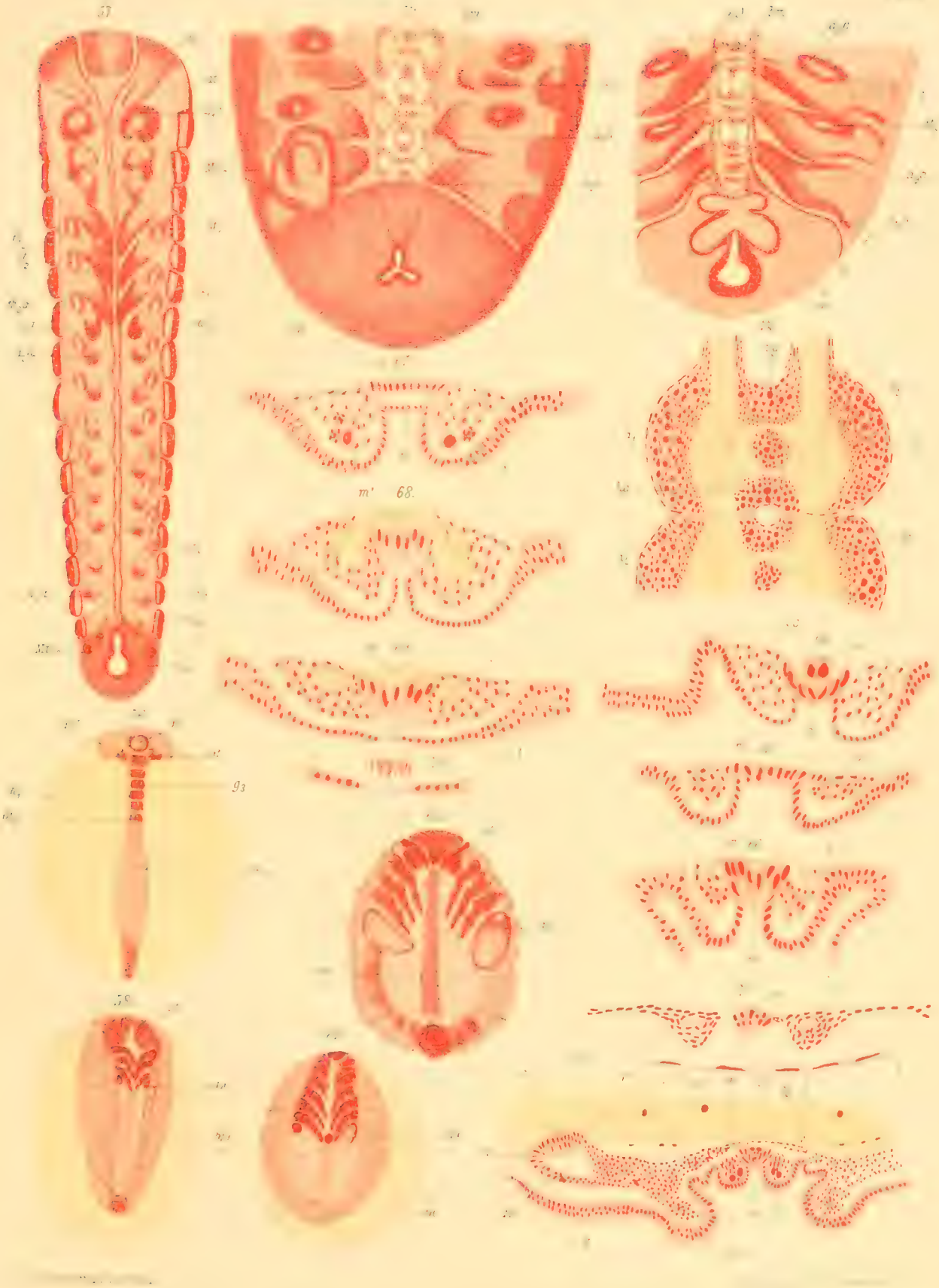
„ 145. Fast medianer Längsschnitt eines nahezu gleichalterigen Eies. Vorn ist der Keimstreif etwas mehr lateral hinten vorwiegend median getroffen. Präp. 685—687. Vergr. 60/1.

„ 146. Querschnitt durch den Urkopf eines gleichalterigen Keimstreifs. Präp. 690. Vergr. 100/1.

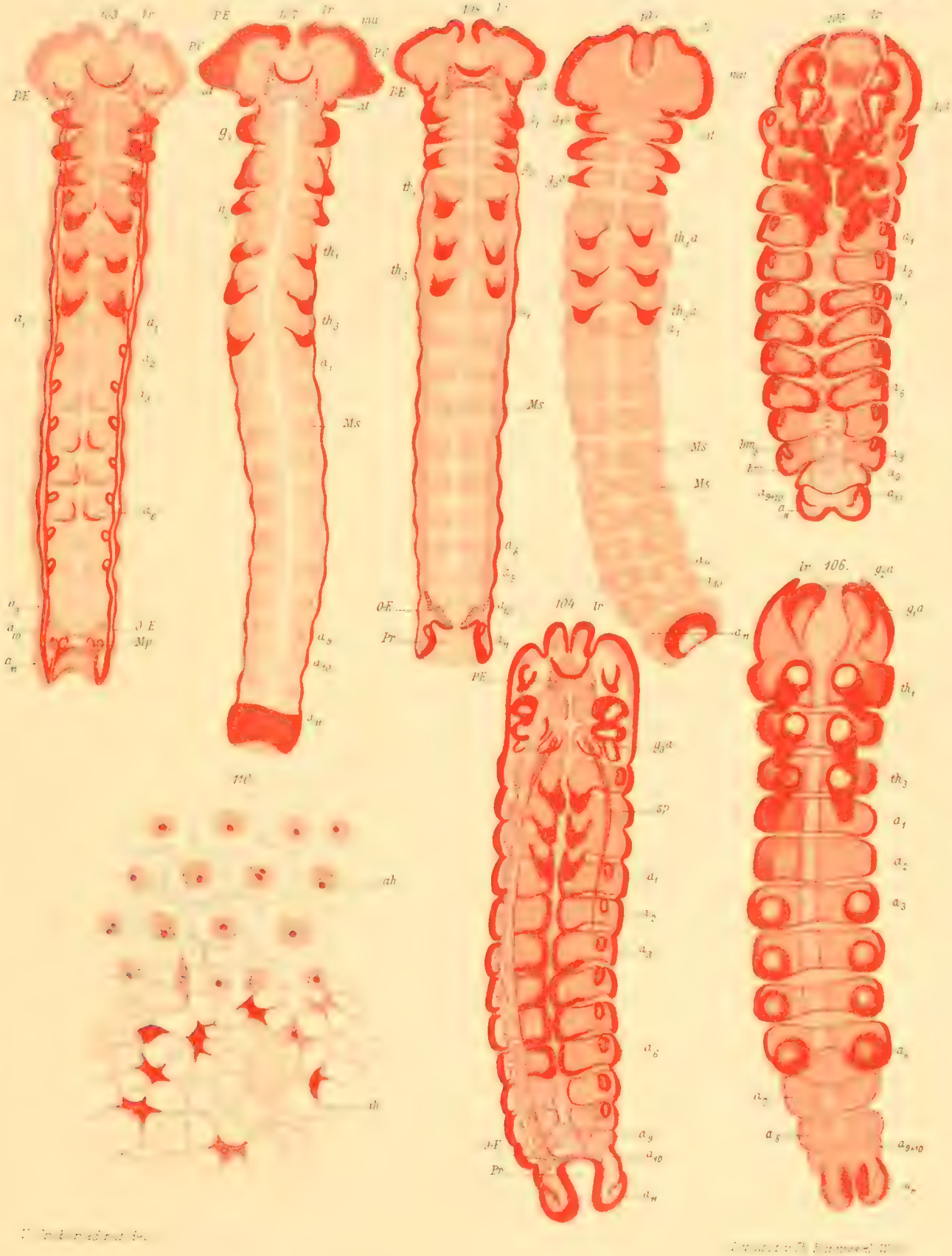
„ 147. Querschnitt durch das zweite Abdominalsegment eines gleichalterigen Keimsteifs. Rechts segmental, links intersegmental getroffen. Präp. 690. Vergr. 100/1.

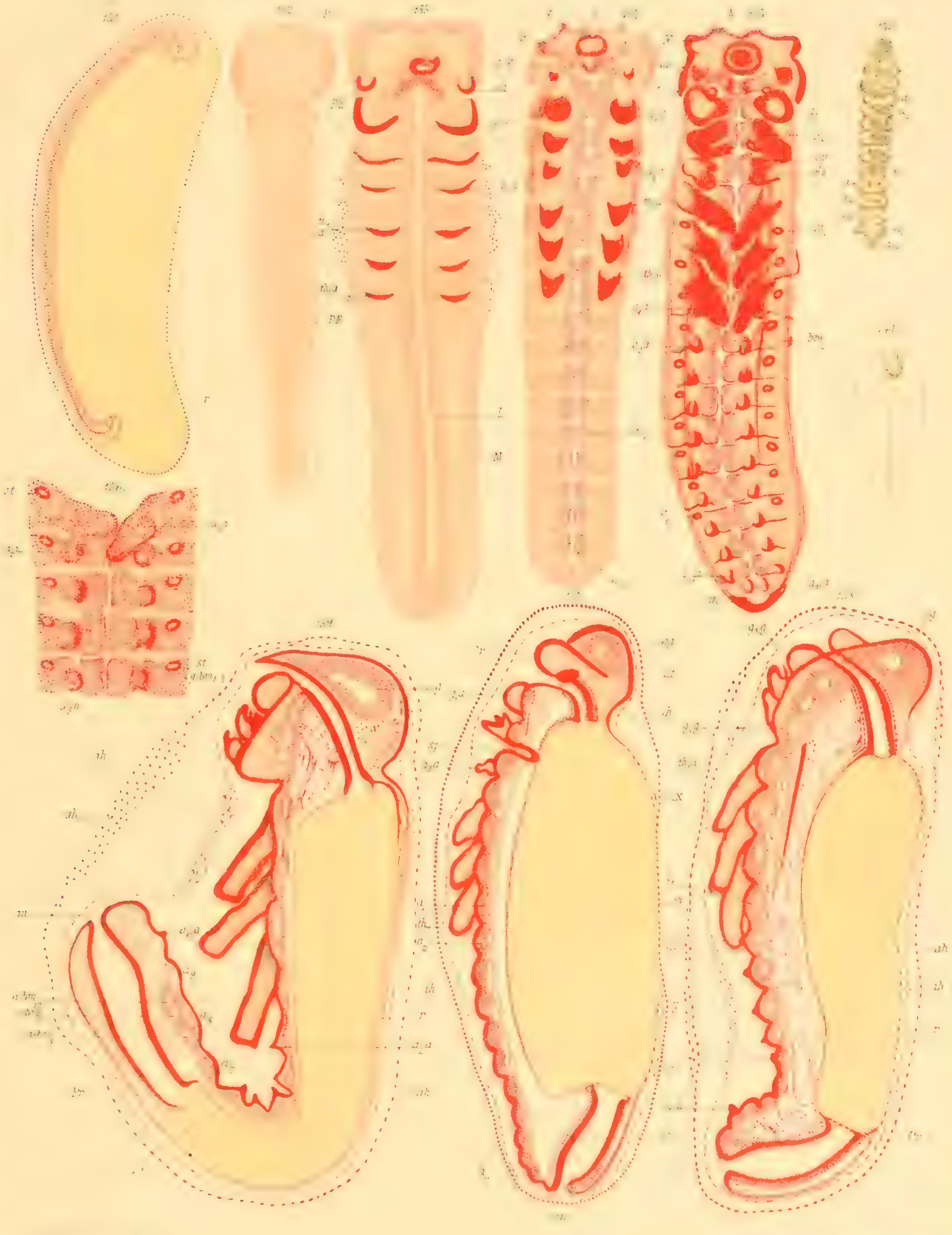
„ 148. Medianschnitt durch einen fast reifen Embryo von ***Gryllotalpa europaea.*** Vergr. 70/1.




m' 68.

Ms





EINIGE

SÄTZE ÜBER DETERMINANTEN HÖHEREN RANGES

VON

LEOPOLD GEGENBAUER,

C. M. K. AKAD.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 17. JULI 1890.

Ich werde im ersten Abschnitte der vorliegenden Mittheilung einige invariantentheoretische Relationen und mehrere Theoreme über Determinanten höheren Ranges aufstellen, welche sich aus dem von mir bewiesenen Multiplicationstheoreme dieser Gebilde ableiten lassen, und sodann im zweiten Abschnitte eine Reihe von Sätzen über Determinanten höheren Ranges, welche aus einer beliebigen allgemeinen Determinante dadurch entstehen, dass in der zu einem bestimmten an festgesetzter Stelle befindlichen Index gehörigen Reihe die entsprechenden Elemente der zu einem an anderer Stelle liegenden Index gehörigen Reihe in vorgeschriebener Weise vertauscht und mit willkürlichen Grössen multiplicirt werden, und mehrere bemerkenswerthe aus diesen sich ergebende asymptotische Ausdrücke für Summen von gewissen Determinantenquotienten angeben, von denen besonders zwei interessante Darstellungen der Classenanzahl binärer quadratischer Formen mit negativer Discriminante als mittlere Werthe gewisser Summen von Determinantenquotienten und eine Darstellung derselben durch eine Summe von solchen Quotienten hervorgehoben werden mögen. Zum Schlusse theile ich endlich eine Verallgemeinerung einer der Elektricitätstheorie angehörigen Clausius'schen Relation mit, die allerdings ausserhalb des Rahmens der anderen Entwickelungen liegt.

I. Das Product zweier Determinanten n-ter Ordnung und r-ten bez. s-ten Ranges

$$a_{i_1, i_2, \ldots, i_r}(i_1, i_2, \ldots, i_r = 1, 2, 3, \ldots, n); \quad b_{j_1, j_2, \ldots, j_s}(j_1, j_2, \ldots, j_s = 1, 2, 3, \ldots, n)$$

ist, wie ich gezeigt habe [1]), als Determinante derselben Ordnung vom Range $r+s-2$

$$|A_{k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2}}|(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, n)$$

darstellbar, deren Elemente durch die Gleichung

$$A_{k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2}} = \sum_{\iota=1}^{\iota=n} a_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}, \iota, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}} b_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}, \iota, k_1, \ldots, k_{r-1}}$$

[1]) „Über Determinanten höheren Ranges". Diese Denkschriften 43. Band.

definirt sind, wo der Index λ in Elementen mit einer ungeraden Anzahl von Indices nicht an der Stelle der festen Indices stehen darf.

1. Ist nun zunächst

$$n = 2^\sigma$$

$$a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \lambda, k_\tau, \ldots, k_{r-1}} = \beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_\sigma} \qquad (i_1, i_2, \ldots, i_\sigma = 1, 2)$$

$$b_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{\mu-1}, \lambda, k_\mu, \ldots, k_{r+s-2}} = (i_1, 3-i_1)\,(i_2, 3-i_2)\ldots(i_\sigma, 3-i_\sigma)\,\beta^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{3-i_1, 3-i_2, \ldots, 3-i_\sigma} \qquad (i_1, i_2, \ldots i_\sigma = 1, 2)$$

wo

$$(1, 2) = -(2, 1) = 1$$

ist, und für $\lambda = 1$, alle Indices i_k gleich 1, für $\lambda = 2$ alle mit Ausnahme des letzten gleich 1, für $\lambda = 3$ alle mit Ausnahme des vorletzten gleich 1, ... für $\lambda = \sigma+2$ alle mit Ausnahme des letzten und vorletzten gleich 1 sind u. s. f., endlich für $\lambda = n = 2^\sigma$ alle den Werth 2 besitzen, so wird

$$A_{k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2}} = \left| B^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2})}_{j_1, j_2, \ldots, j_{\sigma+1}} \right|_{(j_1, j_2, \ldots, j_{\sigma+1} = 1, 2)}$$

wenn

$$B^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2})}_{1, j_2, j_3, \ldots, j_{\sigma+1}} = \beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{j_2, j_3, \ldots, j_{\sigma+1}}$$

$$B^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2})}_{2, j_2, j_3, \ldots, j_{\sigma+1}} = \bar{\beta}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{3-j_2, 3-j_3, \ldots, 3-j_{\sigma+1}}$$

ist, und daher hat man die Relation

$$\left| B^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2})}_{j_1, j_2, \ldots, j_{\sigma+1}} \right|_{(j_1, j_2, \ldots, j_{\sigma+1} = 1, 2)\ (k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, 2^\sigma)} = \left| \beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_\sigma} \right| \cdot$$

$$\cdot\, \beta^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{3-i_1, 3-i_2, \ldots, 3-i_\sigma\ \ (i_1, i_2, \ldots, i_\sigma = 1, 2)\ (k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, 2^\sigma)}.$$

Sind

$$\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})} = \alpha^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{\quad}{}^{m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}}}$$

$$\beta^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})} = \bar{\alpha}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{\quad}{}^{\overline{m}_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}}}$$

binäre Formen $m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}}$ ten bez. $\overline{m}_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}}$-ter Ordnung und ist

$$\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_\sigma} = \frac{(m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}} - \sigma)!}{m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}}!} \frac{\partial^\sigma \beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}}{\partial x_1^{\sigma-\rho}\, \partial x_2^\rho}$$

$$\beta^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{i_1, i_2, \ldots, i_\sigma} = \frac{(\overline{m}_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}} - \sigma)!}{\overline{m}_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}}!} \frac{\partial^\sigma \bar{\beta}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}}{\partial x_1^{\sigma-\rho}\, \partial x_2^\rho}$$

wo ρ die Anzahl jener Indices $i_\varkappa$ ist, welche den Werth 2 besitzen, so ist, wie schon Herr G. R. v. Escherich[1]) hervorgehoben hat,

---

[1]) „Die Determinanten höheren Ranges und ihre Verwendung zur Bildung von Invarianten." Diese Denkschriften 43. Band.

$$B^{(i_1,k_2,\ldots,k_{r+s-2})}_{(i_1,k_2,\ldots,k_{r+s-1})}\Big|_{(i_1,i_2,\ldots,i_{r+s-1}=1,2)} = \left(\alpha^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})}_{\sigma}\,\bar{\alpha}^{(i_r,k_{r+1},\ldots,k_{r+s-2})}_{\sigma}\right)^{\sigma} \alpha^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})^{m_{i_1,k_2,\ldots,k_{r-1}}-\sigma}}_{\sigma}$$

$$\cdot\,\bar{\alpha}^{(i_r,k_{r+1},\ldots,k_{r+s-2})^{\bar{m}_{i_r,k_{r+1},\ldots,k_{r+s-2}}-\sigma}}_{\sigma}$$

$$= \left(\alpha^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})^{m_{i_1,i_2,\ldots,i_{r-1}}}}_{\sigma},\ \bar{\alpha}^{(i_r,i_{r+1},\ldots,i_{r+s-2})^{\bar{m}_{i_r,i_{r+1},\ldots,i_{r+s-2}}}}_{\sigma}\right)^{\sigma}$$

die σ-te Überschiebung[1]) der Formen $\alpha^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})^{m_{i_1,i_2,\ldots,i_{r-1}}}}_{\sigma}$ und $\bar{\alpha}^{(i_r,i_{r+1},\ldots,i_{r+s-2})^{\bar{m}_{i_r,i_{r+1},\ldots,i_{r+s-2}}}}_{\sigma}$ und es wird ferner jede der beiden Determinanten auf der rechten Seite der letzten Gleichung gleich Null, wenn bei ungeradem r bez. s die Indices i_k nicht die feste Indexreihe vorstellen, weil die entsprechenden Elemente mehrerer zu einem an bestimmter Stelle befindlichen Index gehörigen Reihen denselben Werth haben.

Die Gesammtheit aller Elemente einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges, welche an der σ-ten Stelle den Index ρ besitzen, wird hierbei die zum σ-ten Index ρ gehörige Reihe genannt. Zwei in verschiedenen solchen Reihen befindliche Elemente heissen entsprechend, wenn ihre Indices an allen Stellen ausser der σ-ten übereinstimmen.

Die bisherigen Entwicklungen liefern demnach folgende interessante Relation zwischen Covarianten von $2^{\tau(r+s-2)}$ beliebigen binären Formen:

$$\left(\alpha^{(i_1,k_2,\ldots,k_{r-1})^{m_{i_1,k_2,\ldots,k_{r-1}}}}_{\sigma},\ \bar{\alpha}^{(i_r,k_{r+1},\ldots,k_{r+s-2})^{\bar{m}_{i_r,k_{r+1},\ldots,k_{r+s-2}}}}_{\sigma}\right)^{\sigma}\Big|_{(i_1,i_2,\ldots,k_{r+s-2}=1,2,3,\ldots,2^{\tau})} = 0$$

und speciell für

$$r = s$$

$$\alpha^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})}_{\sigma} = \bar{\alpha}^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})}_{\sigma}$$

$$m_{i_1,i_2,\ldots,i_{r-1}} = \bar{m}_{i_1,i_2,\ldots,i_{r-1}}$$

$$\left(\alpha^{(i_1,i_2,\ldots,i_{r-1})^{m_{i_1,i_2,\ldots,i_{r-1}}}}_{\sigma},\ \alpha^{(i_r,k_{r-1},\ldots,k_{2r-2})^{m_{i_r,i_{r+1},\ldots,k_{2r-2}}}}_{\sigma}\right)^{\sigma}\Big|_{(i_1,i_2,\ldots,i_{2r-2}=1,2,3,\ldots,2^{\sigma})} = 0.$$

Setzt man speciell

$$r = s = 2$$

so erhält man die bekannte u. A. in Gordan's Vorlesungen über Invariantentheorie enthaltene und vielfach benützte Formel

$$\begin{vmatrix} (f,f)^2, & (f,\varphi)^2, & (f,\psi)^2, & (f,\chi)^2 \\ (\varphi,f)^2, & (\varphi,\varphi)^2, & (\varphi,\psi)^2, & (\varphi,\chi)^2 \\ (\psi,f)^2, & (\psi,\varphi)^2, & (\psi,\psi)^2, & (\psi,\chi)^2 \\ (\chi,f)^2, & (\chi,\varphi)^2, & (\chi,\psi)^2, & (\chi,\chi)^2 \end{vmatrix} = 0.$$

[1]) Sowohl der Überschiebungs-, als auch selbstverständlich der Omegaprocess, der ja nichts anderes als ein Überschiebungsprocess für Formen mehrerer Reihen von Veränderlichen ist, lassen eine wesentliche Verallgemeinerung mit Hilfe der Determinanten höheren Ranges zu, wie bei einer anderen Gelegenheit gezeigt werden soll. Hier will ich nur noch bemerken, dass man die in der Invariantentheorie gebräuchliche Unterscheidung von Factoren erster Art und Klammerfactoren oder Factoren zweiter Art leicht vermeiden kann, wenn man die letzteren als Producte von alternirenden Zahlen betrachtet. Der fundamentale Faltungsprocess stellt sich dann als ein Verfahren dar, durch welches eine der Anzahl der Veränderlichen gleiche Zahl von Factoren erster Art in alternirende Zahlen verwandelt wird.

Setzt man ferner

$$a_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}, r, k_r, \ldots, k_{r-1}} = \beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}} \qquad (i_1, i_2, \ldots, i_{n-1} = 1, 2)$$

$$b_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{p}, k_{p+1}, \ldots, k_{r+s-2}} = (i_1, 3-i_1)\,(i_2, 3-i_2)\ldots(i_{n-1}, 3-i_{n-1})\binom{n-1}{\tau}\overline{\beta}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{3-i_1, 3-i_2, \ldots, 3-i_{n-1}}$$

$$(i_1, i_2, \ldots, i_{n-1} = 1, 2)$$

wo für $\lambda = 1$ alle Indices i_k gleich 1, für $\lambda = 2$ alle bis auf den letzten gleich 1 sind, für $\lambda = 1$ alle mit Ausnahme der letzten zwei u. s. f. den Werth 1 haben, endlich für $\lambda = n$ alle gleich 2 sind und τ die Anzahl jener Indices i_k vorstellt, welche den Werth 2 besitzen, so wird

$$A_{k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2}} = \sum_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}{}' (i_1, 3-i_1)\,(i_2, 3-i_2)\ldots(i_{n-1}, 3-i_{n-1})\binom{n-1}{\tau}\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\overline{\beta}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{3-i_1, 3-i_2, \ldots, 3-i_{n-1}}$$

und demnach ist

$$\left|\sum_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}{}' (i_1, 3-i_1)\,(i_2, 3-i_2)\ldots(i_{n-1}, 3-i_{n-1})\binom{n-1}{\tau}\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\overline{\beta}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{3-i_1, 3-i_2, \ldots, 3-i_{n-1}}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, n)} =$$

$$= (-1)^{\frac{n(n-1)}{2}+1}\prod_{1}^{n-2}\binom{n-1}{\lambda}\left|\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\right|\left|\beta^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, n;\ i_1, i_2, \ldots, i_{n-1} = 1, 2)}$$

wo die Summation bezüglich der Grössen i_k die eben erwähnte Bedingung zu erfüllen hat.

Stellen nun wieder die Grössen $\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}$ und $\overline{\beta}^{(k_r, k_{r-1}, \ldots, k_{r+s-2})}$ die früher angeführten binären Formen vor und werden durch die unteren Indices die mit den angegebenen Zahlenfactoren behafteten $(n-1)$-ten Ableitungen verstanden, so wird

$$\sum_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}{}' (i_1, 3-i_1)\,(i_2, 3-i_2)\ldots(i_{n-1}, 3-i_{n-1})\binom{n-1}{\tau}\beta^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\beta^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}} =$$

$$= \left(\alpha_x^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})^{m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}}}}, \overline{\alpha}_x^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})^{\overline{m}_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}}}}\right)^{n-1}$$

und daher erhält man die folgende Relation zwischen Covarianten von n^{r+s-2} beliebigen binären Formen:

$$\left|\left(\alpha_x^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})^{m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}}}}, \overline{\alpha}_x^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})^{\overline{m}_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2}}}}\right)^{n-1}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, n)} =$$

$$= (-1)^{\frac{n(n-1)}{2}+1}\prod_{1}^{n-2}\binom{n-1}{\lambda}\left|\alpha^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{x, i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\right|\left|\overline{\alpha}^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{r+s-2})}_{x, i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{r+s-2} = 1, 2, 3, \ldots, n;\ i_1, i_2, \ldots, i_{n-1} = 1, 2)}$$

und speciell

$$\left|\left(\alpha_x^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})^{m_{k_1, k_2, \ldots, k_{r-1}}}}, \alpha_x^{(k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{2r-2})^{m_{k_r, k_{r+1}, \ldots, k_{2r-2}}}}\right)^{n-1}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{2r-2} = 1, 2, 3, \ldots, n)} =$$

$$= (-1)^{\frac{n(n-1)}{2}+1}\prod_{1}^{n-2}\binom{n-1}{\lambda}\left|\alpha^{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1})}_{x, i_1, i_2, \ldots, i_{n-1}}\right|^2_{(k_1, k_2, \ldots, k_{r-1} = 1, 2, 3, \ldots, n;\ i_1, i_2, \ldots, i_{n-1} = 1, 2)}$$

Als specielle Fälle dieser Relation mögen die beiden folgenden längst bekannten und wiederholt verwendeten Formeln angeführt werden:

$$\begin{vmatrix} (f,f)^2, & (f,\varphi)^2, & (f,\psi)^2 \\ (\varphi,f)^2, & (\varphi,\varphi)^2, & (\varphi,\psi)^2 \\ (\psi,f)^2, & (\psi,\varphi)^2, & (\psi,\psi)^2 \end{vmatrix} = 2 \begin{vmatrix} f_{11}, & f_{12}, & f_{22} \\ \varphi_{11}, & \varphi_{12}, & \varphi_{22} \\ \psi_{11}, & \psi_{12}, & \psi_{22} \end{vmatrix}^2$$

$$\begin{vmatrix} (f,f)^2, & (f,\varphi)^2, & f \\ (\varphi,f)^2, & (\varphi,\varphi)^2, & \varphi \\ f, & \varphi, & 0 \end{vmatrix} = 2 \begin{vmatrix} f_1, & f_2 \\ \varphi_1, & \varphi_2 \end{vmatrix}^2 .$$

2. Einige englische Mathematiker[1]) haben sich mit der Untersuchung derjenigen Gebilde beschäftigt, welche entstehen, wenn alle Glieder einer quadratischen Determinante mit dem positiven Vorzeichen versehen werden, und denselben den Namen „Permanenten“ gegeben. Diese Functionen sind übrigens, wie aus früheren Entwickelungen von Herrn R. F. Scott und mir hervorgeht, specielle cubische Determinanten. Man kann natürlich den Bergiff der Permanenten, ähnlich wie dies bei den gewöhnlichen Determinanten geschah, wesentlich erweitern, indem man als Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges jenes algebraische Gebilde bezeichnet, welches aus einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges entsteht, wenn allen Gliedern derselben das positive Vorzeichen gegeben wird. Nach dieser Definition ist demnach eine allgemeine Permanente durch folgende Gleichung definirt

$$\left|a_{i_1,i_2,\ldots,i_m}\right|^{+}_{(i_1,i_2,\ldots,i_m=1,2,3,\ldots,n)} =$$

$$= \sum_{i_1^{(1)},\, i_2^{(1)},\ldots,\, i_{m-1}^{(n)}=n} \prod_{1}^{\nu} (i_\mu^{(1)}, i_\mu^{(2)}, \ldots, i_\mu^{(n)})^2 \, a_{1,i_1^{(1)},i_2^{(1)},\ldots,i_{m-1}^{(1)}} \, a_{2,i_1^{(2)},\ldots,i_{m-1}^{(2)}} \cdots a_{n,i_1^{(n)},i_2^{(n)},\ldots,i_{m-1}^{(n)}} .$$

Aus dieser Gleichung kann man unmittelbar eine Reihe von Eigenschaften der Permanenten ablesen, von denen nur einige erwähnt werden mögen.

Eine Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges ändert sich nicht, wenn man die entsprechenden Elemente von zwei zu verschiedenen σ-ten Indices gehörigen Reihen mit einander vertauscht.

Jede Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges kann als eine Summe von $(n)^{-p}$ Permanenten n-ter Ordnung vom Range p $(m>p)$ dargestellt werden.

Eine Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges bleibt ungeändert, wenn man in allen Gliedern sämmtliche zwei verschiedenen Indexreihen angehörige Indices mit einander vertauscht.

Sind alle Elemente einer Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges gleich Null, welche denselben σ-ten Index haben, mit Ausnahme eines einzigen, so ist dieselbe gleich dem Producte aus dem von Null verschiedenen Elemente und einer Permanente desselben Ranges von nächst niedrigerer Ordnung.

Sind alle Elemente einer Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges, welche denselben σ-ten Index haben, gleich Null, so ist dieselbe identisch gleich Null.

Werden alle Elemente einer Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges, welche derselben Reihe angehören, mit einer und derselben Grösse multiplicirt, so wird die Permanente mit dieser Grösse multiplicirt.

Sind alle Elemente einer Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges, welche sich in der zu einem bestimmten an vorgeschriebener Stelle liegenden Index gehörigen Reihe befinden, Polynome von r Gliedern, so ist dieselbe gleich der Summe von r Permanenten desselben Ranges und derselben Ordnung, welche man aus der vorgelegten dadurch erhält, dass man an Stelle der zusammengesetzten Elemente jedesmal einen der Summanden setzt und die übrigen ungeändert lässt.

---

[1]) S. u. A.: Th. Muir, „On a class of permanent symmetric functions.“ Proceedings of the Royal Society. Edinburgh. V. XI. p. 409—418.

Genügen die n^m Elemente einer Permanente n-ter Ordnung und m-ten Ranges

$$\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_m}\right|^{+}_{(i_1, i_2, \ldots, i_m = 1, 2, 3, \ldots, n)}$$

den Gleichungen

$$a_{1, i_1, i_2, \ldots, i_{m-1}} = a_{2, i_1, i_2, \ldots, i_{m-1}} = \ldots = a_{n, i_1, i_2, \ldots, i_{m-1}}$$

so ist dieselbe gleich dem $n!$-fachen der Permanente n-ter Ordnung vom Range $m-1$, welche aus den n^{m-1} verschiedenen Elementen gebildet werden kann.

Auf dem von mir in der Abhandlung „Über windschiefe Determinanten höheren Ranges“[1]) auseinandergesetzten Wege lassen sich aus der Definitionsgleichung derselben mit Hilfe des Sylvester'schen Multiplicationstheorems der quadratischen Determinanten leicht zwei für manche Untersuchungen (z. B. über windschiefe Permanenten) recht brauchbare Darstellungen dieser Gebilde ableiten, nämlich:

$$\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_m}\right|^{+}_{(i_1, i_2, \ldots, i_m = 1, 2, 3, \ldots, n)} = \sum_{\substack{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_r \\ \alpha'_1, \alpha'_2, \ldots, \alpha'_r}} \prod_{\tau=1}^{r} \binom{n-\sigma_\tau}{\alpha_\tau} \cdot$$

$$\cdot \binom{n-\sigma_\tau}{\alpha'_\tau} \binom{\sigma_\tau}{\alpha_\tau} \binom{\sigma_\tau}{\sigma'_\tau} \left[\left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(\sigma_\tau)}\right); k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \cdot$$

$$\cdot \left[\left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right); \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \left[\left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right), \right.$$

$$\left.\left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots i_{p'_\tau}^{(m)}\right); k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \left[\left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right); \right.$$

$$\left.\lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \prod_{\sigma=1}^{n-2r-1} \left(i_{i_\sigma}^{(1)}, i_{i_\sigma}^{(2)}, \ldots, i_{i_\sigma}^{(m)}\right) a_{1, i_1^{(1)}, i_2^{(1)}, \ldots, i_{m-1}^{(1)}} a_{2, i_1^{(2)}, i_2^{(2)}, \ldots, i_{m-1}^{(2)}} a_{n, i_1^{(n)}, i_2^{(n)}, \ldots, i_{m-1}^{(n)}}$$

$$\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_m}\right|^{+}_{(i_1, i_2, \ldots, i_m = 1, 2, 3, \ldots, n)} = \frac{1}{n!} \sum_{\substack{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_r \\ \alpha'_1, \alpha'_2, \ldots, \alpha'_r}} \prod_{\tau=1}^{r} \binom{n-\sigma_\tau}{\alpha_\tau} \cdot$$

$$\cdot \binom{n-\sigma_\tau}{\alpha'_\tau} \binom{\sigma_\tau}{\alpha_\tau} \binom{\sigma_\tau}{\alpha'_\tau} \left[\left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(\sigma_\tau)}\right); k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \cdot$$

$$\cdot \left[\left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right); \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \left[\left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(m)}\right); \right.$$

$$\left.k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \left[\left(i_{p'_\tau}^{(1)}, i_{p'_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p'_\tau}^{(m)}\right), \left(i_{p_\tau}^{(1)}, i_{p_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{p_\tau}^{(m)}\right); \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\sigma_\tau)}; \right.$$

$$\left.k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}; \alpha_\tau\right] \prod_{\sigma=1}^{n-2r} \left(i_{i_\sigma}^{(1)}, i_{i_\sigma}^{(2)}, \ldots, i_{i_\sigma}^{(m)}\right) a_{1, i_1^{(1)}, i_2^{(1)}, \ldots, i_m^{(1)}} a_{2, i_1^{(2)}, i_2^{(2)}, \ldots, i_m^{(2)}} \ldots a_{n, i_1^{(n)}, i_2^{(n)}, \ldots, i_m^{(n)}}$$

wo die Grösse $k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\sigma_\tau)}$ irgend eine Combination σ_τ-ter Classe der Zahlen 1, 2, 3, …, n, die Grössen $p_1, p_2, \ldots, p_r, p'_1, p'_2, \ldots, p'_r, \nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_{m-1\ 2r}$ bez. $\nu_{m\ 2r}$ eine Permutation der Zahlen 1, 2, …, $m-1$ bez. m sind,

---

[1]) Diese Denkschriften, 55. Band.

$$\left[\begin{pmatrix} i_{\alpha_\tau}^{(1)}, i_{\alpha_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{\alpha_\tau}^{(\tau)} \\ i_{\beta_\tau}^{(1)}, i_{\beta_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{\beta_\tau}^{(m)} \end{pmatrix}; \begin{matrix} k_\tau^{(1)}, k_\tau^{(2)}, \ldots, k_\tau^{(\tau)} \\ \lambda_\tau^{(1)}, \lambda_\tau^{(2)}, \ldots, \lambda_\tau^{(\tau)} \end{matrix}; \alpha_\tau\right]$$

eine von den quadratischen Determinanten n-ter Ordnung ist, welche aus $\begin{pmatrix} i_{\alpha_\tau}^{(1)}, i_{\alpha_\tau}^{(2)}, \ldots i_{\alpha_\tau}^{(m)} \\ \ldots \end{pmatrix}$ dadurch entstehen, dass die $k_\tau^{(1)}$-te, $k_\tau^{(2)}$-te, …, $k_\tau^{(\tau_\tau)}$-te Verticalreihe derselben bez. durch die $\lambda_\tau^{(1)}$-te, $\lambda_\tau^{(2)}$-te, …, $\lambda_\tau^{(\tau_\tau)}$-te Verticalreihe der Determinante $\begin{pmatrix} i_{\beta_\tau}^{(1)}, i_{\beta_\tau}^{(2)}, \ldots, i_{\beta_\tau}^{(m)} \\ \ldots \end{pmatrix}$ ersetzt wird, wo genau α_τ unter den Grössen λ_τ von den Zahlen k_τ verschieden sind und bezüglich α_τ bez. α_τ' von 0 bis zur kleineren von den zwei ganzen Zahlen α_τ bez. $n-\alpha_\tau'$ und $n-\alpha_\tau$ bez. $n-\alpha_\tau'$ summirt wird.

Es soll nun zunächst ein Satz abgeleitet werden, der den innigen Zusammenhang zwischen Permanenten und Determinanten höheren Ranges klar hervortreten lässt.

Es mögen alle Elemente $a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1}}$ einer Determinante n-ter Ordnung und $(2m+1)$-ten Ranges gleich Null sein, in denen

$$i_{\lambda_1^{(1)}} \leqq i_{k_2^{(1)}} \leqq i_{\lambda_3^{(1)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_1}^{(1)}};\ i_{\lambda_1^{(2)}} \leqq i_{k_2^{(2)}} \leqq i_{\lambda_3^{(2)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_2}^{(2)}}, \ldots; i_{\lambda_1^{(r)}} \leqq i_{k_2^{(r)}} \leqq i_{k_3^{(r)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_r}^{(r)}}$$

ist, wo keiner der angeführten Indices der festen Indexreihe angehört und σ unter den ganzen Zahlen $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_r$ gerade sind.

Alsdann ist

$$\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1}}\right|_{(i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1} = 1, 2, 3, \ldots, n)} =$$

$$= \sum_{\substack{\lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \ldots, \lambda_{2\mu}^{(r)} = 1 \\ \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \ldots, \lambda_{2\mu}^{(r)} = n}}' \prod_1^{\mu} \begin{pmatrix} i_{\lambda_1^{(1)}}^{(1)}, i_{\lambda_2^{(1)}}^{(2)}, \ldots, i_{\lambda_1^{(1)}}^{(r)} \\ i_{\lambda_1^{(r)}}^{(1)}, i_{\lambda_2^{(r)}}^{(2)}, \ldots, i_{\lambda_1^{(r)}}^{(r)} \end{pmatrix} \prod_1^{\mu} a_{\lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \ldots, \lambda_{2\mu}^{(1)}} a_{\lambda_1^{(2)}, \lambda_2^{(2)}, \ldots, \lambda_{2\mu}^{(2)}} \ldots a_{\lambda_1^{(r)}, \lambda_2^{(r)}, \ldots, \lambda_{2\mu}^{(r)}}$$

wo die Marke am Summenzeichen anzeigt, dass alle Indices i_ν, deren Stellenzeiger eine der Zahlen $k_1^{(r)}, k_2^{(r)}, \ldots, k_{\tau_r}^{(r)}$ ist, für jeden der angeführten Werthe des λ denselben Werth haben, während die Marke am Productzeichen angibt, dass μ keinen der eben angegebenen $\tau_1+\tau_2+\ldots+\tau_r$ Werthe annehmen darf. Führt man in der auf der rechten Seite dieser Gleichung stehenden $n^{(2m+1-\tau_1-\tau_2-\ldots-\tau_r+r)}$-fachen Summe zunächst die Summation in Bezug auf jene σ von den Indices $k_1^{(1)}, k_1^{(2)}, \ldots, k_1^{(r)}$ aus, für welche der zugehörige Exponent τ_k gerade ist, so erhält man eine Permanente n-ter Ordnung vom Range $\sigma+1$, und summirt man sodann in Bezug auf die übrigen Indices, so ergibt sich ein Ausdruck, der aus einer Determinante n-ter Ordnung vom Range $2m+1-\tau_1-\tau_2\ldots\tau_r+r-\sigma$ dadurch entsteht, dass die einzelnen Producte von n Elementen in der Entwicklung derselben durch die eben genannten Permanenten ersetzt werden. Nennt man diesen Ausdruck kurz eine Determinantenpermanente der Ordnung n vom Range $2m+1-\tau_1-\tau_2-\ldots-\tau_r+r-\sigma$ und dem Grade $\sigma+1$, so erhält man den Satz:

Sind alle Elemente $a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1}}$ einer Determinante n-ter Ordnung und $(2m+1)$-ten Ranges gleich Null in denen

$$i_{k_1^{(1)}} \leqq i_{k_2^{(1)}} \leqq i_{k_3^{(1)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_1}^{(1)}};\ i_{k_1^{(2)}} \leqq i_{k_2^{(2)}} \leqq i_{k_3^{(2)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_2}^{(2)}}; \ldots; i_{k_1^{(r)}} \leqq i_{k_3^{(r)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_r}^{(r)}}$$

ist, wo keiner der angegebenen Indices der festen Indexreihe angehört und σ von den ganzen Zahlen $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_r$ gerade sind, so ist dieselbe gleich einer Determinantenpermanente der Ordnung n vom Range $2m+1-\tau_1-\tau_2-\ldots-\tau_r+r-\sigma$ und dem Grade $\sigma+1$.

Berücksichtigt man die bekannte Eigenschaft der Determinanten ungeraden Ranges rücksichtlich der Gleichsetzung aller festen Indices und die in dieser Mittheilung abgeleitete analoge der Permanenten, so erhält man aus diesem Satze das neue Theorem:

Sind alle Elemente $a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m}}$ einer Determinante n-ter Ordnung und $(2m)$-ten Ranges gleich Null, in denen

$$i_{k_1^{(1)}} \leqq i_{k_2^{(1)}} \leqq i_{k_3^{(1)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_1}^{(1)}};\ i_{k_1^{(2)}} \leqq i_{k_2^{(2)}} \leqq i_{k_3^{(2)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_2}^{(2)}}; \ldots; i_{k_1^{(r)}} \leqq i_{k_2^{(r)}} \leqq i_{k_3^{(r)}} \leqq \ldots \leqq i_{k_{\tau_r}^{(r)}}$$

ist, so ist dieselbe gleich einer Determinantenpermanente der Ordnung n vom Range $2m+1-\tau_1-\tau_2-\ldots\tau_r+r-\sigma$ und dem Grade σ, wenn σ die Anzahl der geraden unter den ganzen Zahlen $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_r$ ist.

Speciell ergeben sich aus diesen Sätzen die zwei von mir früher[1]) in anderer Weise ermittelten Gleichungen

$$\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1}}\right|_{(i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1} = 1, 2, 3, \ldots, n)} = \overset{+}{\left|a_{i_1, i_2, i_3, \ldots, i_{m+1}, i_2, i_3, \ldots, i_{m+1}}\right|}_{(i_1, i_2, \ldots, i_{m+1} = 1, 2, 3, \ldots, n)}$$

$$(a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m+1}} = 0 \ \{i_2 \leqq i_{m+2},\ i_3 \leqq i_{m+3}, \ldots, i_{m+1} \leqq i_{2m+1}\})$$

$$\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m}}\right|_{(i_1, i_2, \ldots, i_{2m} = 1, 2, 3, \ldots, n)} = \overset{+}{\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_1, i_2, \ldots, i_m}\right|}_{(i_1, i_2, \ldots, i_m = 1, 2, 3, \ldots, n)}$$

$$(a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2m}} = 0 \ \{i_1 \leqq i_{m+1},\ i_2 \leqq i_{m+2}, \ldots, i_m \leqq i_{2m}\}).$$

Den speciellen Fall $m = 1$ der ersten Gleichung hat bekanntlich Herr R. F. Scott[2]) gefunden.

Da die Permanenten sich als specielle Fälle von Determinanten höheren Ranges erwiesen haben, so lassen sich Multiplicationstheoreme derselben aus dem Multiplicationstheoreme der Determinanten ableiten. Dasselbe liefert zunächst die Gleichung

$$\overset{+}{\left|a_{i_1, i_2, \ldots, i_m}\right|} \cdot \overset{+}{\left|b_{j_1, j_2, \ldots, j_s}\right|}_{(i_1, i_2, \ldots, i_m, j_1, j_2, \ldots, j_s = 1, 2, 3, \ldots, n)} = \left|A_{k_1, k_2, \ldots, k_{2m+2s-4}}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{2m+2s-4} = 1, 2, 3, \ldots, n)}$$

wo

$$A_{k_1, k_2, \ldots, k_{2m+2s-4}} = 0\ (k_2 \leqq k_m,\ k_3 \leqq k_{m+1}, \ldots, k_{\alpha-1} \leqq k_{m+\alpha-2}, k_{\alpha+1} \leqq k_{m+\alpha-1}, \ldots, k_{m-1} \leqq k_{2m-3},$$

$$k_{2m-1} \leqq k_{2m+s-2}, k_{2m} \leqq k_{2m+s-1}, \ldots, k_{2m+\beta-4} \leqq k_{2m+s+\beta-3}, k_{2m+\beta-2} \leqq k_{2m+s+\beta-4}, \ldots, k_{2m+s-3} \leqq k_{2m-2s-5}; k_\alpha \leqq k_{2m+\beta-3})$$

$$A_{k_1, k_2, \ldots, k_{\alpha-1}, k_\alpha, k_{\alpha+1}, \ldots, k_{m-1}, k_2, k_3, \ldots, k_{\alpha-1}, k_{\alpha+1}, \ldots, k_{m-1}, k_m, k_{m+1}, k_{m+2}, \ldots, k_{m+\beta-2}, k_\alpha, k_{m+\beta}, \ldots, k_{m+s-2}, k_{m+1}, k_{m+2}, \ldots, k_{m+\beta-2}, k_{m+\beta}, \ldots, k_{m+s-2}} =$$

$$= a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\alpha-1}, k_\alpha, k_{\alpha+1}, \ldots, k_{m-1}, k_2, k_3, \ldots, k_{\alpha-1}, k_\alpha, k_{\alpha+1}, \ldots, k_{m-1}} b_{k_m, k_{m+1}, \ldots, k_{m+\beta-2}, k_\alpha, k_{m+\beta}, \ldots, k_{m+s-2}, k_{m+1}, k_{m+2}, \ldots, k_{m+\beta-2}, k_\alpha, k_{m+\beta}, \ldots, k_{m+s-2}}$$

ist und die Indices k_α und k_β nicht an der Stelle der festen Indices stehen dürfen.

Die eben ermittelte Gleichung liefert das Theorem:

Das Product von zwei Permanenten n-ter Ordnung und m-ten bez. s-ten Ranges lässt sich als eine cubische Determinantenpermanente n-ter Ordnung vom Grade $m+s-3$ darstellen.

Auf demselben Wege lässt sich der folgende, übrigens unmittelbar aus der Definitionsgleichung der Permanenten ersichtliche Satz ableiten:

Das Product von zwei Permanenten n-ter Ordnung und m-ten bez. s-ten Ranges ist eine Permanente n-ter Ordnung vom Range $m+s-1$.

3. Mit Hilfe des Multiplicationstheorems der Determinanten höheren Ranges beweist man ferner leicht die folgenden Sätze:

---

[1]) „Zur Theorie der Determinanten höheren Ranges." Diese Denkschriften 46. Band.

[2]) „On some Forms of Cubic Determinants." Proceedings of the London Mathematical Society. Vol. XIII.

Ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges die Elemente von $\rho \leqq n$ zu beliebigen σ-ten Indices $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho$ gehörigen Reihen $a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \tau_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m}$ $(k_1, k_2, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots k_m = 1, 2, 3, \ldots, n;$ $\lambda = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$ durch die Summen

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=\rho} a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \tau_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m} \psi_\lambda([\lambda, \mu]) \qquad (\mu = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$$

wo bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, $[\lambda, \mu]$ der grösste gemeinsame Theiler der ganzen Zahlen λ und μ und $\psi_\lambda([\lambda, \mu])$ die Anzahl der Divisoren desselben ist, so ändert sich die Determinante nicht.

Eine Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges wird mit $\prod_1^s 2^{\rho_\lambda - 1}(2 - \rho_\lambda)$ multiplicirt, wenn man in ρ_1 zu beliebigen σ_1-ten Indices der ursprünglichen, ρ_2 zu beliebigen σ_2-ten Indices der durch den eben genannten Process entstehenden neuen Determinante , ..., ρ_s zu beliebigen σ_s-ten Indices der vorletzten Determinante gehörigen Reihen von den Elementen einer jeden Reihe die Summe der entsprechenden Elemente der $\rho_\lambda - 1$ $(\lambda = 1, 2, \ldots, s)$ anderen subtrahirt, wo bei ungeradem m die feste Indexreihe von der $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_s$-ten verschieden ist.

Ersetzt man in einer Determinante n ter Ordnung und m-ten Ranges die Elemente von $\rho \leqq n$ zu beliebigen σ-ten Indices $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho$ gehörigen Reihen $a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\sigma-1}, \tau_\lambda, k_\sigma, \ldots, k_m}$ $(k_1, k_2, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m =$ $= 1, 2, 3, \ldots, n;$ $\lambda = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$ durch die Summen

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=\rho} a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \tau_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m} \frac{\varphi(\Delta, [\lambda, \mu])}{\tau_1} \qquad (\mu = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$$

wo bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, $\varphi(\Delta, x)$ die Anzahl der Darstellungen der ganzen Zahl x durch das System der binären quadratischen Formen der Fundamentaldiscriminante Δ, $[\lambda, \mu]$ der grösste gemeinsame Theiler der ganzen Zahlen λ und μ und τ_1 die Anzahl der Transformationen einer Form der Discriminante Δ in sich selbst ist, so ist die neue Determinante gleich Null, wenn Δ nicht zu allen ganzen Zahlen des Intervalles $1 \ldots \rho$ theilerfremd ist.

Ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges die Elemente von $\rho \leqq n$ zu beliebigen σ-ten Indices $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho$ gehörigen Reihen $a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \tau_\lambda, k_\tau, \ldots, k_m}$ $(k_1, k_2, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m =$ $= 1, 2, 3, \ldots, n;$ $\lambda = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$ durch die Summen

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=\rho} a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \tau_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m} \omega([\lambda, \mu]) \qquad (\mu = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$$

wo bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, $[\lambda, \mu]$ der grösste gemeinsame Theiler der beiden ganzen Zahlen λ, μ und $\omega([\lambda, \mu])$ die Anzahl der Zerlegungen desselben in ein Product von zwei theilerfremden Factoren ist, so ist die dadurch entstehende Determinante gleich der ursprünglichen oder Null, je nachdem $\rho < 4$ oder $\rho \geqq 4$ ist.

Ersetzt man in der Determinante n-ter Ordnung und $(2p)$-ten Ranges $|a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2p}}|_{(i_1, i_2, \ldots i_{2p} = 1, 2, 3, \ldots, n)}$, wo

$$a_{i_1, i_2, \ldots, i_{2p}} = 0 \qquad (i_1 \leqq i_{p+1},\ i_2 \leqq i_{p+2}, \ldots, i_p \leqq i_{2p})$$

$$a_{i_1, i_2, \ldots, i_p, i_1, i_2, \ldots, i_p} = 1$$

ist, die Elemente von $\rho \leqq n$ zu beliebigen σ-ten Indices $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho$ gehörigen Reihen $a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\sigma-1}, \sigma_\lambda, k_{\sigma+1}, \ldots, k_{2p}}$ $(k_1, k_2, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_{2p} = 1, 2, 3, \ldots, n;$ $\lambda = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$ durch die Summen

$$\sum_{\lambda=1}^{\lambda=\rho} a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \sigma_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_{2\mu}} \psi_k([\lambda, \mu]) \qquad (\mu = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$$

wo $[\lambda, \mu]$ der grösste gemeinschaftliche Theiler der zwei ganzen Zahlen λ, μ und $\psi_k([\lambda, \mu])$ die Summe der k-ten Potenzen der Theiler desselben ist, so ist die so entstehende Determinante gleich $(n!)^{p-1}(p!)^k$.

Ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges in ρ_1 zu beliebigen σ_1-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente einer jeden Reihe durch die Summe der entsprechenden Elemente der $\rho_1 - 1$ anderen, in der dadurch entstehenden Determinante in ρ_2 zu beliebigen σ_2-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente jeder Reihe durch die Summe der entsprechenden Elemente der $\rho_2 - 1$ übrigen, ..., endlich in der vorletzten durch Fortsetzung dieses Verfahrens sich ergebenden Determinante in ρ_s zu beliebigen σ_s-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente jeder Reihe durch die Summe der entsprechenden Elemente der $\rho_s - 1$ anderen, wo bei ungeradem m die σ_1-ten, σ_2-ten, ..., σ_s-ten Indices nicht die feste Indexreihe vorstellen, so ist die schliesslich entstehende Determinante gleich der ursprünglichen multiplicirt mit $\prod_1^s (-1)^{\rho_\nu - 1}(\rho_\nu - 1)$.

Ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges die Elemente von $\rho \leqq n$ zu beliebigen σ-ten Indices $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho$ gehörigen Reihen $a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \sigma_\lambda, k_{\tau+1}, \ldots, k_m}$ $(k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, k_{\tau+1}, \ldots k_m = 1, 2, 3, \ldots, n;$ $\lambda = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$ durch diejenigen quadratischen Determinanten $(a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \sigma_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m}; |b_{i,k}|_{(i,k = \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \ldots, \sigma_\rho)})$, welche dadurch entstehen, dass in der quadratischen Determinante $|b_{i,k}|_{(i,k = \sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho)}$ die ρ Elemente der λ-ten Verticalreihe durch die Grössen $a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \sigma_\lambda, k_\tau, \ldots, k_{\tau-1}, k_{\tau+1}, \ldots, k_m}$ $(\lambda = 1, 2, 3, \ldots, \rho)$ ersetzt werden, so ist die neue Determinante gleich dem Producte aus der ursprünglichen und der $(\rho-1)$-ten Potenz der quadratischen Determinante $|b_{i,k}|_{(i,k = \sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\rho)}$. Für ein ungerades m stellen hierbei weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vor.

Ist $\rho = n$, so entsteht die specielle Formel

$$\left|(a_{k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \sigma, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m}; |b_{i,k}|_{(i,k = 1, 2, 3, \ldots, n)}\right|_{(k_1, k_2, \ldots, k_{\tau-1}, \sigma, k_\tau, \ldots, k_{\sigma-1}, k_{\sigma+1}, \ldots, k_m = 1, 2, 3, \ldots, n)} =$$
$$= |b_{i,k}|^{n-1}_{(i,k = 1, 2, 3, \ldots, n)} \cdot |a_{k_1, k_2, \ldots, k_m}|_{(k_1, k_2, \ldots, k_m = 1, 2, 3, \ldots, n)}.$$

Diese Gleichung hat für quadratische Determinanten Herr W. Kretkowski[1]) ermittelt.

Das zweite von diesen Theoremen haben die Herren C. L. Landré[2]) und Fouret[3]) für quadratische Determinanten im Allgemeinen abgeleitet, während Herr Glaisher[4]) es für die specielle Determinante $|a_{i-k}|_{(i,k = 0, 1, 2, 3, \ldots, n-1)}$ bewies. Das vorletzte Theorem enthält als ganz speciellen Fall den folgenden von Glaisher a. a. O. aufgestellten Satz:

Die Determinante $|a_{i-k}|_{(i,k = 0, 1, 2, \ldots, n-1)}$ ist so beschaffen, dass ihr Werth mit $(-1)^{n-1}(n-1)$ multiplicirt wird, wenn man ihre Elemente $a_0, a_1, \ldots, a_{n-1}$ durch die Summen $a_1 + a_2 + \ldots + a_{n-1}$, $a_0 + a_2 + a_3 + \ldots + a_{n-1}$, $\ldots$, $a_0 + a_1 + \ldots + a_{n-2}$ ersetzt.

II. Über diejenigen Determinanten höheren Ranges, welche aus einer beliebigen allgemeinen Determinante hervorgehen, wenn man in der zu einem bestimmten an festgesetzter Stelle befindlichen Index gehörigen Reihe die entsprechenden Elemente der zu einer an anderer Stelle liegenden Index gehörigen Reihen in

---

[1]) „Beweis eines Satzes über zwei allgemeine Determinanten." Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften in Krakau, IX. Bd. Der Inhalt dieser in polnischer Sprache veröffentlichten Mittheilung ist mir nur durch das Referat in den „Fortschritten der Mathematik" bekannt.

[2]) Eene stelling omtrent determinanten." Nieuw Archief voor wiskunde, VI, 208–211.

[3]) „Sur une mode de transformation des déterminants". Bulletin de la société de mathématiques de la France; t. 11, p. 146–151.

[4]) „On some algebrical expressions which are unaltered by certain substitutions." The Messenger of mathematics, (2) X.

vorgeschriebener Weise vertauscht, lassen sich mit Hilfe von früher bei verschiedenen Gelegenheiten von mir aufgestellten Sätzen eine Reihe von Theoremen ableiten, von denen in den folgenden Zeilen einige angegeben werden.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl $1 < \mu \leqq n$ und nur diese zu Wurzeln, und ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null, wenn k durch ein Quadrat (ausser 1) theilbar ist, und durch die mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem k eine gerade oder ungerade Anzahl von Primfactoren enthält, für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so ist die Summe der so entstehenden n Determinanten gleich Null.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv -k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl $1 < \mu \leqq n$ und nur diese zu Wurzeln und ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch die mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente der zum σ-ten Index $f(k)$ gehörigen Reihe, je nachdem k aus einer geraden oder ungeraden Anzahl von (gleichen oder verschiedenen) Primzahlen zusammengesetzt ist, für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so ist die Summe der so entstehenden n-Determinanten gleich der ursprünglichen Determinante oder Null, je nachdem μ das Quadrat einer ganzen Zahl ist oder nicht.

Ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch die entsprechenden Elemente des Index $n + 1 - k$ für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so ist die Summe der so entstehenden n Determinanten gleich der ursprünglichen Determinante oder Null, je nachdem n ungerade oder gerade ist.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl $1 \leqq \mu \leqq n$ und nur diese zu Wurzeln und ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null oder die mit k^λ multiplicirten entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem k durch eine r-te Potenz (ausser 1) theilbar ist oder nicht, für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so ist die Summe der so entstehenden n Determinanten gleich dem Producte aus der ursprünglichen Determinante und der Summe der λ-ten Potenzen derjenigen Theiler der ganzen Zahl μ, welche durch keine r-te Potenz (ausser 1) theilbar sind.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl $1 < \mu \leqq n$ und nur diese zu Wurzeln und ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null, wenn $k = 1$ ist oder mindestens einen

Primfactor in einer höheren als der zweiten oder mindestens zwei Primzahlen in einer höheren als der ersten Potenz enthält, durch die entsprechenden mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen Elemente des Index $f(k)$, je nachdem die Anzahl der verschiedenen Primfactoren von k gerade oder ungerade ist, falls k eine Primzahl in der zweiten Potenz enthält, endlich durch die mit der Anzahl der Primfactoren von k multiplicirten, mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem diese Anzahl ungerade oder gerade ist, falls k durch kein Quadrat theilbar ist, für $k=1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so ist die Summe der so entstehenden n Determinanten gleich der ursprünglichen Determinante oder Null, je nachdem μ eine Primzahl oder eine zusammengesetzte Zahl ist.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl $1 \leqq \mu \leqq n$ und nur diese zu Wurzeln, und ersetzt man in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch 0, wenn k entweder einen quadratischen Theiler (ausser 1) besitzt oder zur Fundamentaldiscriminannte Δ nicht theilerfremd ist, und durch die durch k dividirten, mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem der dem Legendre-Jacobi'schen Symbol $\left(\frac{\Delta}{k}\right)$ zugehörige Exponent von -1 nach dem Modul 2 der Anzahl der verschiedenen Primfactoren von k congruent ist oder nicht, in allen anderen Fällen, für $k=1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt jede der so entstehenden n Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten gleich dem Producte aus der Anzahl der Classen binärer quadratischer Formen und dem natürlichen Logarithmus der Fundamentaleinheit der Discriminante $\Delta\mu^2$ dividirt durch den natürlichen Logarithmus der zur Pell'schen Gleichung gehörigen Einheit

$$E(\omega) = e^{(\sqrt{\Delta})\sum_{\lambda=1}^{\lambda=\infty}\left(\frac{\Delta}{\lambda}\right)\frac{1}{\lambda}}$$

wo $(\sqrt{\Delta})$ der Hauptwerth von $\sqrt{\Delta}$ und $\omega = e^{\frac{2\pi i}{(\sqrt{\Delta})}}$ ist.

Ist Δ eine Fundamentaldiscriminante,

$$e^{(\sqrt{\Delta})\sum_{\lambda=1}^{\lambda=\infty}\left(\frac{\Delta}{\lambda}\right)\frac{1}{\lambda}} = \frac{t+u\sqrt{\Delta}}{r}$$

die zur Pell'schen Gleichung gehörige Einheit, hat ferner die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n} \qquad (n \geqq u)$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl u und nur diese zu Wurzeln, ersetzt man endlich in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null, wenn k entweder einen quadratischen Theiler (ausser 1) oder einen Primtheiler der Fundamentaldiscriminante Δ besitzt und durch die durch k dividirten, mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem der dem Legendre-Jacobi'schen Symbol $\left(\frac{\Delta}{k}\right)$ zugehörige Exponent von -1 nach dem Modul 2 der Anzahl der verschiedenen Primfactoren von k congruent ist oder nicht, in

allen anderen Fällen, für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt jede der so entstehenden n Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser n Quotienten gleich der Anzahl der Classen binärer quadratischer Formen der Discriminante Δu^2.

Ersetzt man in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch die entsprechenden Elemente des Index k^2+k-D für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind, für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen und bei doppelt geradem n $D \equiv 1 \pmod 4$, bei mindestens dreifach geradem aber $D \equiv 1 \pmod 8$ ist, und dividirt jede der so entstehenden n Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten gleich $2^{\mu} \prod_{1}^{r} \left\{ \left(\frac{D}{p_\lambda}\right) + \left(\frac{D}{p_\lambda}\right)^2 \right\}$, wo $p_1, p_2, \ldots, p_r$ alle ungeraden Primfactoren von n sind und μ die Werthe 0, 1, 2 erhält, je nachdem n ungerade oder einfach gerade, doppelt gerade, oder endlich mindestens dreifach gerade ist.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod n$$

sämmtliche Theiler der ganzen Zahl $1 \leqq \mu \leqq n$ und nur diese zu Wurzeln und ersetzt man in einer Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null, wenn k einen Primtheiler der Fundamentaldiscriminante Δ besitzt, und durch die mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem das Legendre-Jacobi'sche Symbol $\left(\frac{\Delta}{k}\right)$ den Werth $+1$ oder -1 hat, falls k zu Δ theilerfremd ist, für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so ist die Summe der so entstehenden n Determinanten gleich dem Producte aus der ursprünglichen Determinante und der Anzahl der Darstellungen der ganzen Zahl μ durch das System der binären quadratischen Formen der Fundamentaldiscriminante Δ dividirt durch die Anzahl der Transformationen einer Form der Discriminante Δ in sich selbst.

Haben die Systeme a_{i+k} und b_{i+k} $(i, k = 0, 1, 2, \ldots, p-2)$ in Bezug auf den ungeraden Primzahlmodul p denselben Rang und ersetzt man in einer Determinante p-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe einmal durch die entsprechenden Elemente des Index

$$a_0 k^{p-2} + a_1 k^{p-3} + \ldots + a_{p-4} k^2 + (a_{p-3} + 1) k + a_{p-2}$$

und ein anderes Mal durch die entsprechenden Elemente des Index

$$b_0 k^{p-2} + b_1 k^{p-3} + \ldots + b_{p-4} k^2 + (b_{p-3} + 1) k + b_{p-2}$$

für $k = 1, 2, 3, \ldots, p$, wo a_{p-2} und b_{p-2} zu p theilerfremd sind, alle Indices nach dem Modul p betrachtet werden und bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, so geben die jedesmal entstehenden p Determinanten die gleiche Summe.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod n$$

sämmtliche Theiler einer dem Intervalle $\mu - \eta + 1 \ldots \mu + \eta \leqq n$ angehörigen ganzen Zahl und nur diese zu Wurzeln, wo

$$\lim_{\eta,\mu=\infty} \frac{\eta}{\mu} = 0$$

$$\lim_{\eta,\mu=\infty} \frac{\sqrt[r]{\mu}\log\mu}{\eta} = 0$$

ist, ersetzt man ferner in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null oder die entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem k durch eine r-te Potenz (ausser 1) theilbar ist oder nicht, für $k=1,2,3,\ldots,n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt jede der so entstehenden Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten im Mittel gleich

$$\frac{1}{\zeta(r)}\left\{\log\mu+2C+\frac{r\widetilde{\gamma}}{\zeta(r)}\right\},$$

wo C die Euler'sche Constante des Integrallogarithmus

$$\zeta(r)=\sum_{m=1}^{m=\infty}\frac{1}{m^r}$$

$$\widetilde{\gamma}=\sum_{m=2}^{m=\infty}\frac{\log m}{m}$$

ist.

Hat die Congruenz

$$f(k)\equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler einer n nicht übersteigenden s-zifferigen Zahl und nur diese zu Wurzeln, ersetzt man ferner in einer nicht verschwindenden Determinante n ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null oder die entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem k durch eine r-te Potenz (ausser 1) theilbar ist oder nicht, für $k=1,2,3,\ldots,n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt jede der so entstehenden Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten für sehr grosse s im Mittel gleich

$$\frac{1}{\zeta(r)}\left\{s\log 10+\frac{\log 10}{9}+2C-1+\frac{r\widetilde{\gamma}}{\zeta(r)}\right\}.$$

Hat die Congruenz

$$f(k)\equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler einer im Intervalle $\mu-\eta+1\ldots\mu+\eta\leqq n$ befindlichen ganzen Zahl und nur diese zu Wurzeln, wo

$$\lim_{\eta,\mu=\infty} \frac{\eta}{\mu} = 0$$

$$\lim_{\eta,\mu=\infty} \frac{\sqrt[r]{\mu}\log\mu}{\eta} = 0$$

ist, ersetzt man ferner in einer nicht verschwindenen Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten

Index k gehörigen Reihe durch die entsprechenden Elemente des Index $f(k)$ für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt jede der so entstehenden Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten im Mittel gleich $\log \mu + 2C$.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler einer n nicht übersteigenden s-zifferigen Zahl und nur diese zu Wurzeln, ersetzt man ferner in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch die entsprechenden Elemente des Index $f(k)$ für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt die so entstehenden n Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten für sehr grosse s im Mittel gleich $s \log 10 + \frac{\log 10}{9} + 2C - 1$.

Ersetzt man in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch die entsprechenden Elemente des Index $k^2 + k - \Delta$ für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo Δ eine negative Fundamentaldiscriminante ist, alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen und dividirt jede der so entstehenden n Determinanten durch die ursprünglichen, so ist die mit der Quadratwurzel aus dem absoluten Betrage von Δ multiplicirte Summe dieser Quotienten bei sehr grossem n im Mittel gleich der Anzahl der Classen binärer Formen der Fundamentaldiscriminante Δ.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler einer im Intervalle $\mu - \eta + 1 \ldots \mu + \eta \leqq n$ befindlichen ganzen Zahl und nur diese zu Wurzeln, wo

$$\lim_{\eta, \mu = \infty} \frac{\eta}{\mu} = 0$$

$$\lim_{\eta, \mu = \infty} \frac{\log \mu}{\eta} = 0$$

ist, ersetzt man ferner in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null, wenn k einen quadratischen Factor (ausser 1) besitzt und durch die mit der grössten in $\frac{n}{k}$ enthaltenen ganzen Zahl multiplicirten, mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem k aus einer geraden oder ungeraden Anzahl von verschiedenen Primzahlen zusammengesetzt ist, für $k = 1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und für ein ungerades m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt jede der so entstehenden Determinanten durch die ursprüngliche, so ist die Summe dieser Quotienten im Mittel gleich $\frac{12\mu}{\pi^2}$.

Hat die Congruenz

$$f(k) \equiv k \pmod{n}$$

sämmtliche Theiler einer dem Intervalle $\mu-\eta+1 \ldots \mu+\eta \leqq n$ angehörigen ganzen Zahl und nur diese zu Wurzeln, wo

$$\lim_{\eta,\,\mu=\infty} \frac{\eta}{\mu} = 0$$

$$\lim_{\eta,\,\mu=\infty} \frac{\sqrt{\mu}}{\eta} = 0$$

ist, ersetzt man ferner in einer nicht verschwindenden Determinante n-ter Ordnung und m-ten Ranges der Reihe nach in jeder der zu den verschiedenen τ-ten Indices gehörigen Reihen die Elemente der zum σ-ten Index k gehörigen Reihe durch Null, wenn k mit der negativen Fundamentaldiscriminante Δ einen Theiler gemein hat und durch die mit dem positiven oder negativen Vorzeichen versehenen entsprechenden Elemente des Index $f(k)$, je nachdem das Legendre-Jacobi'sche Symbol $\left(\frac{\Delta}{k}\right)$ den Werth $+1$ oder -1 besitzt, falls h zu Δ theilerfremd ist, für $k=1, 2, 3, \ldots, n$, wo alle Indices nach dem Modul n zu nehmen sind und bei ungeradem m weder die σ-ten noch die τ-ten Indices die feste Indexreihe vorstellen, und dividirt die so entstehenden n Determinanten durch die mit 2π multiplicirte ursprüngliche Determinante, so ist die mit der Quadratwurzel aus dem absoluten Betrage von Δ und der Anzahl der Transformationen einer Form der Discriminante Δ in sich selbst multiplicirte Summe dieser Quotienten für sehr grosse μ im Mittel gleich der Anzahl der Classen binärer Formen der Fundamentaldiscriminante Δ.

III. Ich will schliesslich noch diese Gelegenheit benützen, um die Verallgemeinerung eines von Clausius herrührenden Satzes der Elektricitätslehre mitzutheilen. Mit Hilfe der von mir und Herrn Sonine bewiesenen Relation

$$\int_0^\infty e^{-hx} J^\nu(qx) x^\nu \, dx = \frac{\Pi(2\nu)}{2^\nu \Pi(\nu)} \frac{q^\nu}{(q^2+h^2)^{\nu+\frac{1}{2}}} \qquad \left(\nu > -\frac{1}{2}\right),$$

welche eine Verallgemeinerung der bekannten Lipschitz'schen Relation ist, kann man leicht eine Reihe von Sätzen der Potentialtheorie auf den Fall ausdehnen, dass das Wirkungsgesetz nicht das Newton'sche ist, sondern dass die Wirkung der Kräfte irgend einer Potenz der Entfernung verkehrt proportional ist. Von den vielen hieher gehörigen Sätzen lässt sich besonders elegant das von Clausius im 86. Bande der Poggendorff'schen Annalen abgeleitete Theorem verallgemeinern, nach welchem die Dichte der auf einer Kreisscheibe mit dem Radius R vertheilten Elektricität, welche sich ohne äussere Einflüsse im Gleichgewichte befindet, im Punkte r, φ gleich $\frac{c}{\tau^2 \sqrt{R^2-r^2}}$ ist. Verbindet man nämlich die von mir wiederholt abgeleitete Gleichung

$$J^{n+\nu}(\rho_1 y) J^{n+\nu}(\rho_2 y) = \frac{2^{\nu-1} \Pi(\nu-1) \Pi(n) (\rho_1 \rho_2 y)^\nu}{\pi \Pi(n+2\nu-1)} \int_0^\pi (\rho_1^2 - 2\rho_1\rho_2 \cos\varphi + \rho_2^2)^{-\frac{\nu}{2}} J^\nu\left(y\sqrt{\rho_1^2+\rho_2^2-2\rho_1\rho_2\cos\varphi}\right) \cdot C_n^\nu(\cos\varphi) \sin^{2\nu}\varphi \, d\varphi$$

mit der eben erwähnten Relation, so entsteht die Beziehung

$$\frac{\pi \Pi(n+2\nu-1)}{\Pi(n)\Pi(2\nu-1)\rho_2^\nu} \int_0^R \int_0^\infty e^{-ax} J^{n+\nu}(\rho_1 x) J^{n+\nu}(\rho_2 x) \rho_1^{\nu+1} f(\rho_1) \, dx \, d\rho_1 = \int_0^R \int_0^\pi \frac{f(\rho_1) C_n^\nu(\cos\varphi) \sin^{2\nu}\varphi \, \rho_1 \, d\rho_1 \, d\varphi}{\sqrt{(a^2+\rho_1^2+\rho_2^2-2\rho_1\rho_2\cos\varphi)^{2\nu+1}}}$$

$$\left(\nu > -\frac{1}{2}\right).$$

Setzt man in derselben $n=0$, so wird ersichtlich das Doppelte des auf der rechten Seite stehenden Doppelintegrals, die Kräftefunction $V_{\nu+1}$ einer mit der Masse von der Flächendichtigkeit $f(\rho_1)\sin\varphi^{2\nu}$ belegten

Kreisscheibe vom Radius R, deren Wirkung der $2(\nu+1)$-ten Potenz der Entfernung verkehrt proportional ist, und daher hat man die Formel

$$V_{\nu+1} = \frac{\pi}{\rho_2^{\nu}} \int_0^R \int_0^\infty e^{-\alpha x} J^{\nu}(\rho_1 x) J^{\nu}(\rho_2 x) f(\rho_1) \rho_1^{\nu+1} \, d\rho_1 \, dx.$$

Setzt man speciell

$$f(\rho_1) = \frac{2c\,\Pi(\nu)}{\pi^{\frac{1}{2}}\,\Pi\left(\nu-\frac{1}{2}\right)} \rho_1^{2\nu} (R^2-\rho_1^2)^{\mu}$$

und berücksichtigt, dass

$$\int_0^R J^{\nu}(\rho_1 x)\, \rho_1^{\nu+1} (R^2-\rho_1^2)^{\mu} \, d\rho_1 = 2^{\mu}\,\Pi(\mu)\, R^{\nu+\mu+1}\, J^{\nu+\mu+1}(Rx)$$

($\mu > -1$, $\nu+1$ und $\nu+\mu+1$ nicht negativ ganzzahlig)

ist, so ergibt sich die Relation

$$V_{\nu+1} = \frac{2^{\mu+1}\,\Pi(\mu)\,\Pi(\nu)\,c}{\sqrt{\pi}\,\Pi\left(\nu-\frac{1}{2}\right)\rho_2^{\nu}} \int_0^\infty e^{-\alpha x} J^{\nu}(\rho_2 x) J^{\nu+\mu+1}(Rx) \frac{dx}{x^{\mu+1}}$$

welche eine Verallgemeinerung der interessanten, von den Herren H. Weber[1]) und Beltrami[2]) aufgestellten Ausdruckes der Potentialfunction einer homogenen Kreisscheibe von der Flächendichtigkeit c und dem Radius R vorstellt, der übrigens auch als specieller Fall in der allgemeinen leicht zu beweisenden Relation

$$\int_0^\infty e^{-\beta x} x^{\rho-1} J^{\mu}(\alpha x) J^{\nu}(\gamma x) dx = \frac{\alpha^{\mu}\,\Pi(\rho+\mu)\,\gamma^{\nu}}{2^{\mu+\nu}\sqrt{\pi}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(\mu)} \int_{-1}^{+1} \frac{(1-y^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(\beta-\alpha y i)^{\rho+\mu+1}} \cdot$$

$$\cdot F\left(\frac{\rho+\mu+1}{2}, \frac{\rho+\mu}{2}+1, \mu+1, -\frac{\gamma^2}{(\beta-\alpha y i)^2}\right) dy \qquad (\rho+\mu+1>0)$$

enthalten ist.

Auf der Kreisscheibe nimmt $V_{\nu+1}$, wie man leicht findet, den Werth

$$\frac{\Pi(\mu)\,R^{2\mu+1}\,c}{\sqrt{\pi}\,\Pi\left(\mu+\frac{1}{2}\right)} F\left(\nu+\frac{1}{2}, -\mu-\frac{1}{2}, \nu+1, \left(\frac{\rho_2}{R}\right)^2\right)$$

an, und wird demnach speciell für $\mu = -\frac{1}{2}$ gleich c.

Man hat daher den Satz:

Ist auf einer Kreisscheibe mit dem Radius R Masse, deren Wirkung der $2(\nu+1)$-ten Potenz der Entfernung verkehrt proportional ist, so vertheilt, dass die Flächendichtigkeit im Punkte r, φ gleich $\frac{2c\,\Pi(\nu)\,r^{2\nu}\sin\varphi^{2\nu}}{\pi^{\frac{1}{2}}\,\Pi\left(\nu-\frac{1}{2}\right)\sqrt{R^2-r^2}}$ ist, so hat die Kräftefunction auf derselben den constanten Werth c.

---

[1]) „Über die Bessel'schen Functionen und ihre Anwendung in der Theorie der elektrischen Ströme." Journal für die reine und angewandte Mathematik von Borchardt, 75. Band.

[2]) „Sulla teoria delle funzioni potenziali simmetriche." Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Serie IV, Tomo II.

Ich will endlich noch erwähnen, dass die von Herrn Lerch unlängst in den Monatsheften der Mathematik und Physik neuerlich, allerdings nur für $n = 0$, bewiesene Formel Sonine's

$$J^n(x) = \sqrt{2\pi}\,\frac{\Pi\left(m-\frac{1}{2}\right)x^n}{\Pi\left(n-\frac{1}{2}\right)\Pi(m-n-1)}\int_0^\infty J^{m-n-\frac{1}{2}}(y)\,y^{m-n-\frac{1}{2}}\frac{J^m(x+y)}{(x+y)^m}\,dy \qquad \left(m>n>-\frac{1}{2}\right)$$

ein specieller Fall der folgenden, auf Grund von Relationen, die ich früher abgeleitet habe, leicht zu beweisenden Beziehung

$$\int_0^\infty J^{m-n-\frac{1}{2}}(y)\,y^{m-n-\frac{1}{2}}(x^2+y^2-2xy\cos\vartheta)^{-\frac{m}{2}}\,J^m(\sqrt{x^2+y^2-2xy\cos\vartheta})\,C_{n_1}^m\left(\frac{-y+x\cos\vartheta}{\sqrt{x^2+y^2-2xy\cos\vartheta}}\right)dy =$$

$$= (-i)^{n_1}\frac{\Pi(m-n-1)}{2^{n-m+1}\pi}(x\sin\vartheta)^{-\frac{2m-1}{2}}\int_0^\pi e^{ix\cos\varphi\cos\vartheta}\,J^{\frac{2m-1}{2}}(x\sin\vartheta\sin\varphi)\,C_{n_1}^m(\cos\varphi)\sin\varphi^{2n-m+\frac{1}{2}}\,d\varphi$$

$$\left(m>n>-\frac{1}{2}\right)$$

ist, sowie, dass man durch geeignete Specialisirung aus der allgemeinen Relation

$$\int_0^\infty e^{-\beta x}J^m(\gamma x)\,J^n(\gamma x)\,x^{\rho-\nu}J^\nu(\alpha x)\,dx = \frac{\alpha^\nu\,\Pi(m+n+\rho)\,\gamma^{m+n}}{\pi^{\frac{1}{2}}\,2^{\nu-1}\,\Pi\left(\frac{2\nu-1}{2}\right)\Pi(m+n)}\int_{-1}^{+1}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos(m-n)\varphi\cos^{m+n}\gamma\cdot$$

$$\cdot F\left(\frac{\rho+m+n+1}{2},\frac{\rho+m+n}{2}+1,m+n+1,-\frac{(2\gamma\cos\varphi)^2}{(\beta-\alpha y i)^2}\right)\frac{(1-y^2)^{\frac{2\nu-1}{2}}}{(\beta-\alpha y i)^{\rho+m+n+1}}\,dy\,d\varphi \qquad (\rho+m+n+1>0,\ m\text{ u. }n\text{ ganzzahlig})$$

mehrere theils neue, theils bekannte elegante Ausdrücke für gewisse Potentialfunctionen ableiten kann, und die Gleichung

$$\int_0^\infty [J^{n+\nu}(2y)]^2\,\frac{dy}{y} = \frac{\Pi(n+\nu-1)\sqrt{\pi}}{2^{n+\nu+2}\,\Pi\left(\frac{n+\nu}{2}\right)\Pi\left(\frac{n+\nu-1}{2}\right)} \qquad (\nu<{}^3/_2)$$

mittheilen, von der bisher nur einige specielle Fälle hervorgehoben wurden.

DIE

WIEDERKÄUER DER FAUNA VON MARAGHA

VON

DR. ALFRED RODLER

UND

DR. K. ANTON WEITHOFER.[1]

(Mit 6 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. JULI 1890.

Unter den reichen Säugethierresten, welche das pliocäne Knochenfeld von Maragha geliefert hat, spielen solche von Wiederkäuern qualitativ und quantitativ eine hervorragende Rolle. Einerseits umfassen dieselben eine Reihe von Formen, welche geeignet sind, Licht auf die zoographischen Beziehungen der Fauna von Maragha zu den gleichalterigen Fundstätten im Osten und Westen zu werfen, anderseits bilden sie ihrer Menge nach einen Grosstheil des bisher geförderten Materiales.

Leider ist aber ihr Erhaltungszustand im Allgemeinen ein sehr schlechter. Ganze Schädel sind kaum zu erlangen, und meist erweisen sich auch die Kiefer schon in situ als arg zertrümmert und zerbrochen. Relativ am besten erhalten sind gemäss ihrer Consistenz noch die Gehörne und die langen Knochen der Extremitäten.

Das uns vorliegende Material — mit Ausnahme eines kleinen, Herrn Dr. J. E. Polak gehörigen Bruchtheiles, Eigenthum des k. k. naturhistorischen Hofmuseums — entstammt Aufsammlungen, welche einer von uns im Jahre 1885 zu Maragha vorgenommen hat. An denselben hat sich auch Herr Theodor Strauss — damals in Tabriz — betheiligt. Die meisten Wiederkäuer haben die oberen Theile des Schluchtensystems von Kopran geliefert, ein kleinerer Theil derselben wurde bei Ketschaweh ausgegraben.

Ein durch seinen Schädelbau höchst aberranter Sivatheriide aus Maragha wurde von einem von uns bereits beschrieben.[2] Diesen eingeschlossen, gestaltet sich demnach die Liste der Selenodonten von Maragha nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen, wie folgt:

[1] Mein lieber Freund und Mitarbeiter, Dr. A. Rodler, ist nach langer Krankheit während des Druckes dieser Abhandlung aus dem Leben geschieden. A. Weithofer.

[2] A. Rodler, Über *Urmiatherium Polaki*, einen neuen Sivatheriiden aus dem Knochenfelde von Maragha. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturw. Cl. Bd. LVI. Wien 1889.

I. Sivatheriiden.

1. *Urmiatherium Polaki* Rodler.

II. Camelopardaliden.

1. *Alcicephalus Neumayri* n. gen., n. sp.
2. „ *coelophrys* n. gen., n. sp.

III. Antilopen.

1. *Palaeoryx Pallasii* Gaudry (sp. Wagner).
2. *Gazella deperdita* Gervais (sp.).
3. „ *capricornis* n. sp.
4. *Helicophora rotundicornis* Weithofer.
5. *Antidorcas (?) Atropatenes* n. sp.
6. *Tragelaphus (?) Houtum-Schindleri* n. sp.
7. *Protragelaphus Skouzési* Dames.
8. ? *Tragocerus amaltheus* Gaudry (sp. Roth u. Wagner).

Von diesen Formen lehnt sich *Urmiatherium Polaki* trotz seiner Abnormität noch immer am meisten an die Sivatheriiden der Siwalikhügel an. Das Genus *Alcicephalus* erscheint hier zwar zum ersten Male erwähnt, doch gehörte die von einem von uns beschriebene *Camelopardalis parva* Weith. von Pikermi zweifellos gleichfalls hieher, da auch sie offenbar die diese Gattung charakterisirenden Merkmale aufzuweisen hat.

Noch mehr tritt diese Ähnlichkeit mit Pikermi unter den Antilopen hervor: *Palaeoryx Pallasii, Gazella deperdita, Helicophora rotundicornis, Protragelaphus Skouzési, Tragocerus amaltheus* gehören zu den bezeichnendsten Mitgliedern jener bekannten unterpliocänen Fauna Griechenlands, von denen einige auch noch weiter im Westen in gleichalterigen Lagerstätten auftreten.

Dagegen hat sich von *Helladotherium*, sowie auch von dem sonst so häufigen *Palaeoreas Lindermayeri*, die beide in den bisherigen Verzeichnissen der Maragha-Fauna angegeben werden, in unserem Materiale nicht das Mindeste gefunden. Dass dadurch aber bezüglich ihres Vorkommens daselbst kein Urtheil abgegeben werden soll, ist selbstredend.

Da endlich auch eine unserem *Antidorcas (?) Atropatenes* sehr nahe stehende Form in Pikermi vorkommt, so bleibt als völlig neu für unsere Fauna nur *Gazella capricornis* und *Tragelaphus (?) Houtum-Schindleri* übrig.

I. CAMELOPARDALIDAE.

Alcicephalus nov. gen.

(Taf. I—III; Taf. IV, Fig. 1—4.)

Die erste Angabe über das Vorkommen eines grossen Camelopardaliden in dem Knochenlager von Maragha findet sich in Grewingk's Verzeichniss der Säugethierreste dieser Localität,[1] wo diese Form als *Helladotherium* sp. angeführt erscheint. Allerdings lag ihm für diese Bestimmung nur ein Metacarpale vor.

Die Aufsammlungen, welche einer von uns an Ort und Stelle vornahm, lieferten gleichfalls — und zwar zahlreiche — Reste dieses Thieres, welche in dem Reisebericht[2] unter derselben Bezeichnung angegeben wurden.

Lydekker endlich glaubte in seiner Mittheilung an die Londoner Geologische Gesellschaft[3] eine specifische Identification mit dem griechischen und indischen *Helladotherium Duvernoyi* Gaudry vornehmen zu

[1] Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1881, Nr. 15, S. 296.
[2] A. Rodler, Ibid. 1885, Nr. 14, S. 335.
[3] Quart. Journ. Geol. Soc. London. Bd. XLII, 1886, S. 174.

können, wodurch diese beiden räumlich so weit von einander getrennten Vorkommnisse eine natürliche Verbindung gefunden hätten.

Das vorliegende Material hieher gehöriger Fossilreste ist ziemlich reich und besteht aus zahlreichen Ober- und Unterkieferfragmenten, aus einzelnen Zähnen, einer beträchtlichen Anzahl von Röhrenknochen (Humerus, Radius, Metacarpale, Metatarsale), sowie aus zwei grösseren Schädelbruchstücken. Letztere beanspruchen hervorragendes Interesse und auf sie begründen wir unsere Abweichung von Lydekker's Diagnose, natürlich nur in Bezug auf das uns vorliegende Material.

Extremitätenknochen: Was die Extremitätenknochen betrifft, so stimmen dieselben — wenigstens jene des Vorderfusses — in ihren relativen Grössenverhältnissen mit *Helladotherium* im Allgemeinen überein. Grewingk's Bestimmung erscheint hierdurch vollkommen berechtigt. Nur bezüglich des Hinterfusses ergeben sich nicht unwesentliche Abweichungen.

Folgende Tabelle möge dies zur Anschauung bringen. Die Zahlen sind sämmtlich durch Reduction auf 100 = Länge des Radius gewonnen. [1]

		Camelopardalis giraffa	*Camelopardalis ottoni*	*Helladotherium* nach Gaudry	*Helladotherium Duvernoyi*	*Alcephalus Neumayri* n. f.	*Alcephalus cordieri*	*Cervus alces*	*Camelus*	*Bos*	*Oreas*
Humerus	Länge	63	62	86	86	87	—	82	83	86	100
	Breite d. Rolle	14			22	25	20	18	21	25	24
Radius	Länge	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	obere Breite	16		24	26·6	(30)	27	18	25	28	28
	mittl. „	7·9	—	12·5	11	16	14	9	15	14	16
	untere „	15	13	22	23·6	24·4	23·5	18	25	26	24
Metacarpale	Länge	95	89	73	70	72	71	83	73	70	82
	obere Breite	12	—	19	22	17	17	13	18	22	20
	mittl. „	6·8	—	(12)	12	10	10	7	10·7	12	11·8
	untere „	13	—	17	18	18	18	15	24	20	19
Metatarsale	Länge	0	75	77	—	79·5	78	102	74	81	106
Tibia	Länge	75	75	86	—		98	—	90	117	120
	untere Breite	13	—	18·6		20	19	—	16	22	22

Doch so vollkommen diese Übereinstimmung in den Grössenverhältnissen bei genannten Extremitätenknochen auch sein mag, so kann diese Thatsache, strenge genommen, wohl doch nichts weiteres lehren, als dass die Besitzer desselben nicht zu den abnorm gebauten Giraffen — Gen. *Camelopardalis* — gehört haben, da dieselben Verhältnisse auch bei andere, völlig verschiedene Selenodonten — *Bos, Camelus* — in nahezu ganz übereinstimmender Weise getroffen werden. Auch die Form gibt keine besonderen Unterschiede von *Helladotherium*.

Die Tibia ist nur in einem einzigen Exemplare vorhanden. Wenn dieses nun wirklich zu diesem Genus gehört, so kann auch bezüglich des Extremitätenbaues, wie es später für den Schädel ausgeführt werden wird, auf eine höchst interessante Stellung desselben innerhalb der Gruppe der Paarhufer geschlossen werden. Wie ein Blick auf die vorangehende Tabelle zeigt, nimmt dann die relative Länge der Tibia und damit auch die Länge des Hinterfusses mit Bezug auf die Vorderextremitäten von den Ruminantiern von normaler Statur durch *Alcicephalus* und *Helladotherium* stetig ab, um endlich jenes Mass von Disproportion zu erreichen, das wir bei *Camelopardalis* verwirklicht sehen.

[1] Die Masse für *Camelopardalis giraffa*, *Camelus*, *Bos* und *Oreas* sind Skeletten des zool.-vergl.-anatom. Institutes der Wiener Universität, die für *Cervus alces* einem Skelette im k. k. naturh. Hofmuseum entnommen. Die Vorderextremität des zweiten *Helladotherium Duvernoyi* befindet sich im paläontol. Institute der Universität.

Eine Nebeneinanderstellung der Masse für Radius und Tibia wird dies noch klarer veranschaulichen:

Cervus, Antilope, Bos, Camelus . . . . . $R < T$
Alcicephalus . . . . . $R = T$ (ungefähr)
Helladotherium . . . . . $R : T = 100 : 86$
Camelopardalis . . . . . $R : T = 100 : 75$

Zähne: Die Molaren tragen im Allgemeinen einen ausgesprochen giraffoiden Typus zur Schau; der obere ist jedoch mehr senkrecht, d. i. nicht convex gekrümmt wie bei Giraffen und anscheinend auch bei *Helladotherium*, und nähert sich hierin mehr den Antilopen oder besser Hirschen. Kleine Basalhöcker können, wie bei den Giraffen, oben und unten vorhanden sein oder fehlen. Ähnliches gilt auch von den Prämolaren. Sie sind — besonders ihre Complication betreffend — ziemlich variabel (vergl. Taf. III. Fig. 4 u. 7), und erinnern dabei vielfältig wieder an Hirsche und Antilopen. Wie sie sich den Prämolaren von *Helladotherium* gegenüber verhalten, muss leider dahingestellt bleiben, da uns Zähne dieses Thieres in natura nicht vorliegen, die Abbildungen Gaudry's, Wagner's, Rütimeyer's aber viel zu undeutlich sind, um einen näheren Vergleich zu gestatten.

Doch steht nach Gaudry's Zeichnung bei *Helladotherium* der obere Pr_1 den übrigen an Grösse bedeutend nach, was an den vorliegenden Zahnreihen nicht zu beobachten ist. Er kann hier zuweilen selbst grösser sein als der Pr_2. Dasselbe ist auch beim oberen M_3 den übrigen Molaren gegenüber der Fall.

Schädel: Wesentlich abweichend in seinem Bau zeigt sich jedoch der Schädel. Und diese Abweichungen schienen von solcher Bedeutung, dass sie die Abtrennung der vorhandenen Reste von den bekannten Formen rechtfertigen.

Camelopardalis ist bekanntlich dadurch ausgezeichnet, dass die beiden Frontalia (sowie die Nasalia) ausserordentlich pneumatisch sind [1] und zu den drei Knochenauftreibungen Anlass geben, von denen die vordere, unpaare zwischen den Orbiten liegt. Das Stirndach wölbt sich daher zu sehr bedeutender Höhe von einem Augenhöhlenrand zum andern. Letztere sind dick, wie aufgeblasen und treten besonders vorn sehr wenig hervor. Annähernd das Gleiche findet sich nun auch bei *Helladotherium*, indem auch hier die Stirne sich mächtig — und jedenfalls ebenso sinuös — über die hier verhältnismässig sehr kleinen Orbiten erhebt, wenn sie hier allerdings auch keinen Medianhöcker bildet. Die Orbiten springen — wie Rütimeyer ausdrücklich bemerkt — „seitlich selbst in ihrem Hinterrand viel weniger aus dem Schädelumriss vor als bei dieser" (Giraffe) und Gesichtslücken fehlen.

Dem gegenüber weisen nun die beiden in Rede stehenden Schädelfragmente gar keine Auftreibung der Frontalia auf, die sich in einer Erhebung derselben über die Orbita äussern würde. Die Stirne zeigt sich vollständig flach, ja sogar in ziemlich bedeutendem Masse eingesenkt. Trotzdem waren aber die Stirnbeine pneumatisch, welche Pneumaticität sich bis in die oberen Augenhöhlenränder erstreckte. Die Erhaltungsweise der Schädel zeigt deutlich, dass hier von einer durch Pression hervorgerufene, nachträgliche Entstellung nicht die Rede sein kann, wenn die Knochendecke auch stellenweise von Druck zu leiden hatte. Letzteres ist besonders bei dem grösseren Fragmente der Fall, das einer sehr bedeutenden seitlichen Pression ausgesetzt war; doch hätte hiedurch offenbar eine Erhöhung und nicht eine Erniedrigung der Stirne bewirkt werden müssen. In der That zeigt sich hier die Knochenrinde auch stellenweise wohl überschoben, die cellulare Structur in ihrer Verticalerstreckung jedoch vollkommen unversehrt.

Überdies wären wenn auch nur ein halbwegs nennenswerther Druck von oben auf den Schädel gewirkt hätte, wohl vor allem anderen die Orbitae verdrückt worden. Diese befinden sich aber in vollkommen natürlichem Erhaltungszustande. Dieser Umstand ist um so bedeutsamer als ihr Rand als verhältnismässig dünner Knochenkamm weit vorspringt.

[1] Vergl. die Abbildung bei Owen, Notes on the Anatomy of the Nubian Giraffe. Trans. Zool. Soc. Lond. Vol. II, 1841, Taf. 40.

Auch ein an einer Stelle erhaltenes Supraorbitalloch, obzwar es gerade in der Depression liegt, welche von den Orbitalrändern überragt wird, zeigt nicht die mindeste Verletzung seines Kanales, die in die Orbita führt, die auf eine Verkürzung desselben schliessen lassen könnte.

Es muss daher als eine feststehende Thatsache gelten, dass hier die Frontalia die oberen Augenhöhlenränder nicht überragten, ja zum grössten Theile tiefer lagen als diese. Und dies muss als ein Umstand von Bedeutung angesehen werden. Wir haben ein Thier vor uns aus der Gruppe der Camelopardaliden mit Pneumaticität des Schädeldaches, die aber doch noch nicht soweit geht, dass das letztere in irgend welcher auffälligen Weise aufgetrieben wäre. Das Schädeldach hat hier entschieden in der Ausbildung seiner Lufträume noch lange nicht das Stadium erreicht, das wir bei *Helladotherium* oder *Camelopardalis* vorfinden. Die vorliegende Form stellt einen entwicklungsgeschichtlich offenbar ursprünglicheren Typus vor, dessen vorgeschritteneren Zustand wir in den soeben genannten Thieren erblicken müssen.

Und darin hauptsächlich wurzelt die Unmöglichkeit, die vorliegenden Fossilreste sei es mit *Helladotherium*, sei es mit *Camelopardalis* zu vereinigen.

Gegen die Zugehörigkeit zu einem dieser Genera spricht weiter die Bildung der Orbitalränder, die hier in bedeutender Weise — insbesondere vorn-unten — hervortreten. Sie sind überdies bei *Helladotherium* sehr klein und scheinen etwas nach rückwärts verlegt zu sein. Die beiden seitlichen Gaumeneinschnitte dringen bei letzteren ferner kaum bis zum letzten Molaren vor, während sie hier stets reichlich bis zur Mitte dieses Zahnes gehen. Endlich liegen die Infraorbitalkanäle — sofern Gaudry's Zeichnung [1] richtig ist — in unserem Falle entschieden tiefer.

An eine Einreihung bei *Camelopardalis* kann, abgesehen von den erörterten Differenzen des Schädelbaues, ohnedies wohl schon der relativen Grössenverhältnisse der einzelnen Extremitätsknochen wegen nicht gut gedacht werden.

Trotz aller dieser, oft sehr tief greifenden Unterschiede weisen jedoch Fuss-, Zahn- und Schädelbildung im Allgemeinen unverkennbar auf die Gruppe der Camelopardaliden hin, denen gegenüber sie, wie dargethan, ein ursprünglicheres Stadium vertreten, aus denen wir dann allmählig durch weiteren, endlich bis zum Excess ausartenden Fortbau in der begonnenen Richtung zu Formen geführt werden, die scheinbar den übrigen ganz fremd gegenüber stehen.

Ist deren Zusammenhang nunmehr so ziemlich wahrscheinlich gemacht, so wurden anderseits — am intensivsten von L. Rütimeyer [2] — Versuche gemacht, die isolirte Stellung dieser Thiergruppe klarzulegen und sie an irgend bekannte Formen anzuschliessen. Seine umfassenden Studien leiteten ihn dabei zu dem Resultate, dass die Ursprungsformen der Giraffen jedenfalls unter den Hirschen zu suchen seien, ja er glaubte ihnan sogar einen ganz bestimmten Platz anweisen zu können, indem er das Elenthier als nächstverwandten Typus bezeichnete.

Nun zeigen die vorliegenden fossilen Schädel thatsächlich ganz auffallende Anklänge an solche von *C. alces*, so dass man sich schwer des Gedankens entschlagen kann, dass jene Rütimeyer'schen Vermuthungen hier eine höchst bemerkenswerthe Bestätigung gefunden haben. Ein Blick auf unsere Tafeln und auf den Schädel eines *C. alces* oder selbst *C. elaphus* dürfte dies begründen und über die Ähnlichkeit der äusseren Schädelconfiguration bessere Auskünfte geben, als weitläufige Auseinandersetzungen dies vermögen. Die Frontalregion, die Orbiten, tragen jedenfalls zweifellos cerviden Charakter an sich.

Doch besteht gerade hier, den ersten Punkt betreffend, ein tiefgreifender Unterschied in dem Mangel jeglicher Lufträume in den Stirnbeinen der Hirsche. Dieser Umstand war es ja auch hauptsächlich, der Rütimeyer bei dem Versuch der directen Vereinigung der Hirschen mit den Giraffen, die geradezu den Excess

[1] Gaudry, Géologie de l'Attique. Taf. 41, Fig. 1.

[2] L. Rütimeyer, Die Rinder der Tertiärepoche etc. Abhandl. schweiz. pal. Ges. Vol. V, 1878, S. 27 — und insbesondere: Natürliche Geschichte der Hirsche. Ibid. Vol. VIII, 1881, S. 58.

der Pneumaticität repräsentiren, hinderlich im Wege stand. Doch wird nach ihm diese einschneidende Verschiedenheit dadurch etwas gemildert, dass bei *C. alces*, der wie „kein anderer Hirsch der Giraffe in Bezug auf Schädelbau nahestehe", ein so bedeutend verstärktes Schädeldach vorhanden sei, dass hier gleichsam wenigstens das Material zur späteren Pneumaticität aufgespeichert läge.

In unserem *Alcicephalus* hätten wir nun aber einen Typus vor uns, der, ohne die äussere Übereinstimmung mit dem Bau des Vorderschädels der Hirsche aufzugeben, in seinen Stirnbeinen schon sehr beträchtliche Sinusbildung erfahren hat.

Eine weitergehende Vergleichung der Schädelbildung — Parietal- und Occipitalregion, insbesondere aber etwaige Gehörnbildung — scheitert leider an der Unvollständigkeit der vorhandenen Reste.

Ob in der bisherigen Literatur auch schon Angehörige dieses neuen Camelopardalidentypus angeführt sind, lässt sich natürlich bei dem fast vollständigen Mangel von Schädelresten der als *Camelopardalis* beschriebenen Formen nicht mit Sicherheit entscheiden. Nur von einer einzigen Art — *Camelopardalis parva* Weith. — ist ein gleichfalls vorderes Schädelstück erhalten, und dieses entfernt sich, wie an einer früheren Stelle [1] gezeigt wurde, wahrscheinlich in genau denselben Merkmalen und in ganz derselben Weise von unserer lebenden Giraffe, wie die beiden obigen Fragmente. Es scheint also offenbar einer ganz ähnlichen Gattung angehört zu haben. Von Bedeutung wäre dabei, dass dadurch das Vorkommen desselben Genus auch für Pikermi angenommen werden muss.

1. *Alcicephalus Neumayri* n. sp.

(Taf. I, Fig. 1; Taf. II; Taf. III, Fig. 1—7; Taf. IV, Fig. 1—3.)

Als zu dieser — der grösseren — Species gehörig betrachten wir ein in den Orbiten abgebrochenes, vorderes Schädelfragment, fünf grössere Oberkieferbruchstücke, acht mehr oder minder vollständige Zahnreihen des Unterkiefers, zahlreiche lose Zähne, ferner zwei Humerusfragmente, einen Radius, vier Metacarpalia und eben so viel Metatarsalia.

Schädel: (Taf. I, Fig. 1 und II.) Bezüglich des Schädels gilt im Allgemeinen das schon im Vorhergehenden Gesagte. Zur Vervollständigung dieses möge nur noch Folgendes dienen. Die auffallende Schmalheit des Gaumens wird durch den, besonders in den unteren Partien des Schädels wirksam gewesenen Seitendruck bedingt, der durch eine bedeutende Überschiebung der Knochen der Gaumenfläche zum Ausdruck gelangt ist. Die Nasalia sind ihrer Gesammterstreckung nach nicht erhalten, die relativ sehr ausgedehnten und langgestreckten Maxillaria zeigen an ihrer Aussenfläche eine Masseter-Crista kaum angedeutet, das Foramen infraorbitale steht 165 *mm* von dem vorderen Orbitalrand ab und liegt 15 *mm* ober den Vorderrand des Premolar 3.

Unterhalb des weit vorspringenden, eine dünne Platte bildenden jugalen Antheiles des Orbitalrandes befindet sich eine sehr tiefe Depression, welche — höchst charakteristisch für die Hirsche — *Camelopardalis* sowohl als *Helladotherium* so ziemlich vollständig abgeht. Zum Unterschiede von den Hirschen fehlt jedoch dem Lacrymale jede Spur einer Thränengrube, sowie auch von Gesichtslücken nichts zu bemerken ist.

Was die Frontalia betrifft, so wurde ihrer abweichenden Gestaltung, sowie des Grades ihrer Sinuosität schon oben gedacht. Die grossen Orbiten liegen mit ihrem Vorderrande etwa über der Mitte des Molar 3. Gleichfalls über die Mitte desselben Zahnes reichen die beiden seitlichen Gaumeneinschnitte, während der mittlere hinter ihnen zurückbleibt — ein, wie es scheint und auch schon früher bemerkt wurde — von *Camelopardalis* und *Helladotherium* abweichendes Verhalten.

Oberkiefergebiss: (Taf. I, Fig. 1 und Taf. II.) An den oberen Molaren verschmelzen die vier Halbmonde, wie bei der Giraffe, erst bei sehr weit vorgeschrittenem Abnützungsstadium, die Zähne sind verhältnissmässig hoch und von Runzeln bedeckt. Ihre Aussenseite ist eigenthümlich flach und gerade, und wendet sich nur sehr wenig schräg nach einwärts. Mittlere Basalwarzen sind zumeist vorhanden; sie können bis 12 *mm* hoch

[1] K. A. Weithofer, Beitr. zur Kenntn. der Fauna von Pikermi bei Athen. Beitr. zur Paläont. Öst.-Ung. Bd. VI, 1888 S. 281 [57].

werden. *Helladotherium* fehlen sie nach Gaudry. Auch der Vorder- oder Hinterrand des Zahnes trägt oft einen aufgewulsteten Basalkragen. Von sekundären Einfaltungen des Zahnschmelzes in die Marken (als Sporne) ist unter zahlreichen Zähnen nur zwei- oder dreimal etwas zu sehen.

Die Prämolaren nehmen von hinten nach vorn an Grösse ab, von Basalwucherungen konnte nirgends etwas bemerkt werden. Alle stellen zumeist zwei einfache Halbmonde vor, indem die — besonders Pr_1 und Pr_2 — vom Innenrande nach Innen des Zahnes abgehenden Sporne hier meist vollständig fehlen.

Eine Zahnreihe mit den oberen Milchzähnen gelangt Taf IV, Fig. 1 zur Abbildung. Sie sind sowohl von *Helladotherium* als von den indischen Camelopardaliden bisher noch unbekannt. Leider stehen uns auch von der recenten Giraffe zum Vergleiche keine zur Verfügung.

In folgender Tabelle sind die Längen der Prämolaren und Molaren des Schädelfragmentes, sowie mehrerer fortlaufend mit *a, b, c,* u. s. w. bezeichneter Oberkieferbruchstücke des *Alcicephalus Neumayri* mit denen des griechischen *Helladotherium* (nach Gaudry) und einer recenten Giraffe (Sammlung des zoologisch-vergleichend-anatomischen Universitätsinstitutes) vergleichsweise zusammengestellt; die eingeschalteten Zahlen beziehen sich auf die Breite des Zahnes.

	Helladotherium	*Camelopardalis*	Schädel	Zahnreihe *a*	*b*	*c*	*d*	*e*
Pr_3	31	23	23	23	—	—	24	26 (5)
Pr_2	35	24	25	26	—		24	27
Pr_1	30 (32)	25·5	26 29	27 31·5	28	—	24·5 (28)	28 (29)
M_1	37	33·5	39	42	38	38	35	-
M_2	48 (38)	36	42 44	45 (40)	46 (41)	43	—	
M_3	42	35·5	41	—	44	43	—	

Für die drei Decidua[1] ergeben sich folgende Maasszahlen:

	D_1	D_2	D_3
Länge	36	31	27
Breite	30	23	18

Unterkiefer: (Taf. III, Fig. 1—7.) Der Knochen ist meist nur im Ausmasse der Zähne vorhanden und stimmt hier, sowie auch bezüglich des Wenigen, was bruchstückweise noch darüber hinaus bekannt ist, mit *Camelopardalis* überein.

Die Zähne selbst sind wieder ziemlich hoch und mit Runzeln bedeckt. Selten kommen auch kleine Basalwurzeln vor.

An den Prämolaren 1 und 2 der Taf. III, Fig. 4 abgebildeten Reihe ist der grosse Innentuberkel mit dem äusseren Halbmonde an seinem Vorderrande verschmolzen, während hinten ein tiefer Querschnitt beide trennt. Es ist das eine Ausbildung, wie sie in der Regel bei dem Hirschen und der Giraffe, seltener bei den — nicht hypselodonten — Antilopen vorkommt. Doch tritt auch bei dem Hirschen der mehr antilopine Typus, wo jener Innentuberkel sich quer gegen aussen zu an den Aussenhalbmond anlehnt, mitunter auf. Auch hier findet sich dieselbe Variabilität, wie Fig. 7 darthut.

Beim vordersten Prämolaren — Pr_3 — fehlt der Innenhöcker meist vollständig oder ist nur schwach angedeutet.

Die Molaren sind in nahe an 10 Zahnreihen vorhanden, von denen allerdings nicht alle sämmtliche Molaren enthalten. Von letzteren gilt gleichfalls das im Vorhergehenden Gesagte. Das Email ist dick, von Runzeln durchfurcht, die vier Halbmonde lange isolirt, der Cementbelag ist zumeist abgewittert, doch zeigen Reste

[1] Die Bezeichnungsweise derselben als D_1, D_2, D_3 entspricht den ihnen folgenden Prämolaren.

davon, dass er ziemlich reichlich gewesen ist. Die Basis ist stets etwas aufgetrieben. vereinzelter kommen auch Schmelzsäulchen und Basalkrägen vor.

Eine Anzahl von Unterkieferresten bietet folgende Masse der einzelnen Prämolaren und Molaren:

	Alcicephalus Neumayri[1]							*Alcicephalus cam-lophrys*[2]		*Helladotherium*[3]	*Camelopardalis*[4]
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*				
Pr_3	—	–	—		15	—	20	—	—	–	14
Pr_2	—	–			20	—	25	–	–		18·5
Pr_1 . . .	29	31		28	21·5	-	29		–	33	20·5
M_1	37	37	38	33	24	36	—	—	–	42	24
M_2	42	42	42	39	28	41	—	32·5(?)	29 ?[6]	42	24·5
M_3 . . .	55	55(?)	53(?)	57(?)	45	49	—	36 [5]	39	52	34·5

[1] Das Kieferfragment *d* gehört einem alten Individuum an, noch älter war das Individuum *e*. Exemplar *g* — Taf. III, Fig. 3, 4; Exemplar *a* = Taf. III, Fig. 1, 2.

[2] Sämmtliche Zähne sind isolirt. die Zusammenstellung hier soll keinerlei Zusammengehörigkeit bezeichnen.

[3] Die Masse sind nach A. Wagner, Abhandl. k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl., VIII. Bd., 1. Abth., S. 152 [44].

[4] Nach dem Schädel eines sehr alten Thieres im k. k. naturh. Hofmuseum.

[5] = Taf. III, Fig. 9.

[6] = Taf. III, Fig. 8.

Aus dieser Tabelle erhellt, dass die Grössenschwankungen relativ gering sind und innerhalb der Grenzen individueller Variabilität liegen. Als Länge für M_3 ergeben sich daher etwa 55 *mm*, für M_2 42 *mm*, für M_1 36 bis 37 *mm*, für Pr_1 29 *mm*. Die Ziffer 49 für den M_3 rührt daher, dass hier M_3 noch nicht völlig durchgebrochen war, daher die Massabnahme an der Kaufläche erfolgte. Sonst ist sie am M_3 aus leicht zu ersehenden Gründen am Grunde des Zahnes erfolgt.

Die Zahnreihe *e* gehört einem sehr alten Thiere an; überdies steht ihre Zugehörigkeit wegen ihrer allzu geringen Grösse nicht ausser Zweifel.

Die Zähne sind daher im Allgemeinen durch raschere Grössenabnahme vom *Helladotherium* verschieden. Es tritt dies vorzüglich bei den Prämolaren hervor. Die Maasszahl 52 für den M_3 des *Helladotherium* ist von Wagner (l. c.) an der Kaufläche abgenommen; ähnlich wie bei uns gemessen, beträgt sie 58 *mm*. Da Gaudry aber für den M_2 45 *mm* angibt und dieser auch nach Wagner's Zeichnung in der That grösser ist als M_1, der daselbst eine Länge von etwa 42 *mm* besitzt, so scheint die Grösse der *Helladotherium*-Zähne überhaupt eine bedeutendere zu sein. Die Gesammtlänge M_3—Pr_1 beträgt bei *Helladotherium* nach Wagner etwa 195 *mm*, hier jedoch nur 153—160 *mm*.

Die recente Giraffe sowohl, wie *Camelopardalis Sivalensis* Falc. u. Cautl. zeichnen sich durch bedeutend geringere Grösse aus.

Incisiven und Eckzähne: Von diesen ist unter vorliegendem Material eine ganze Reihe von Zähnen vorhanden. Von fossilen Resten des Vordergebisses ist betreffs der Camelopardaliden bis nun noch nichts bekannt. Leider verfügen wir jedoch auch über kein geeignetes recentes Material zum Vergleiche, ein Umstand der um so schwerer ins Gewicht fällt, als auch die zu Gebote stehenden Abbildungen (bei Blainville, Giebel) höchst ungenügender Natur sind.

Unter den fossilen Resten von Maragha lassen sich im Allgemeinen recht gut zwei verschiedene Typen unterscheiden. Der eine von ihnen ist Tafel IV, Fig. 2 und 3, der andere Taf. IV, Fig. 4 repräsentirt; da sie auch in der Grösse etwas differiren, insofern als ersterer etwas grösser ist als letzterer, so mag es bis auf Weiteres gestattet sein, sie den zwei vorliegenden Species von *Alcicephalus* zuzutheilen.

Die grösseren Zähne (Taf. IV, Fig. 2 u. 3) zeichnen sich durch derberen und massiveren Bau aus, was der allgemeinen Charakteristik von *Alcicephalus Neumayri* recht gut entspricht. Der Canin (Fig. 3) besitzt eine in ihrem Umriss mehr ovale Krone, was ihn von *Camelopardalis*, ebenso wie von dem von *Alcicephalus coelophrys* (Fig. 4), der mehr dem den Giraffe sich anschliesst, gut unterscheidet. Doch ist die charakteristische Abtrennung eines seitlichen Lappens trotzdem sehr gut ausgeprägt.

Die Incisiven besitzen, gleichfalls zum Unterschiede von unserer kleineren Species, etwas mehr meisselförmig-trapezoidale Form, indem der Vorderrand mehr geradlinig, die Ausbauchung des medianen Seitenrandes weniger hervortretend erscheint. Letztere liegt stets auf der Kaufläche des Nachbarzahnes auf. Nur die beiden mittleren Zähne grenzen an einer breiten seitlichen Usurfläche aneinander.

Masse der abgebildeten Zähne sind die folgenden: [1]

	J_1	J_2	J_3	C
Länge . .	23	24	25	24
Breite . .	13	16	15	19

Im Obigen wurden die vorhandenen Gebisstheile absichtlich nur auf die zwei durch je ein mit Zähnen versehenes Schädelfragment repräsentirten Arten vertheilt. Dabei soll aber natürlich ganz und gar nicht geleugnet werden, dass darunter auch solche sein mögen, die anderen Formen angehört haben. Einerseits sind von letzteren überhaupt nur eines — das in seinem Schädelbau so überaus abnorm gebildete *Urmiatherium*[2] — bekannt, anderseits ist die specifische Verschiedenheit der Backenzähne innerhalb dieser Gruppe so gering, dass bei mangelnden Grössenunterschieden jeder sichere Leitfaden für eine Trennung von Arten fehlt. Letzterer, auf bezüglich der Grösse nicht viel verschiedene Zähne basirt, würde wohl — besonders auffallende Abweichungen natürlich ausgenommen, die hier aber fehlen — nur sehr problematischer Werth zukommen.

2. *Alcicephalus coelophrys* n. sp.

(Taf. I, Fig. 2; Taf. III, Fig. 8, 9; Taf. IV, Fig. 4.)

Dieser kleinere Camelopardalide ist ebenfalls durch ein — allerdings etwas weniges besser erhaltenes — hinter der Orbita abgebrochenes Schädelstück vertreten, zu dem sich dann noch eine Oberkieferzahnreihe (?), zwei Humerusfragmente, zwei Radien, je einen Metacarpus und Metatarsus gesellen.

Schädel: (Taf. I, Fig. 2.) Derselbe zeigt so ziemlich alle jene Eigenthümlichkeiten, sowie anderseits Unterschiede gegen *Helladotherium* und *Camelopardalis*, wie der zuvor beschriebene Schädel unserer grösseren Species. Nur ist hier die Stirnregion in etwas grösserer Erstreckung und besser erhalten, indem sie rechterseits sogar noch etwas über die Orbita hinausgreift. Sie lässt von irgend einer nennenswerthen Druckwirkung nichts sehen, trotzdem wird sie von den emporgewölbten Augenhöhlenrändern bedeutend überragt. Der Bruch hat ziemlich bedeutende Lufträume innerhalb der Frontalia blossgelegt. Die grossen Augenhöhlen liegen etwas weiter vorn — etwa über der Hinterhälfte des M_2 — als früher, an gleicher Stelle der Infraorbitalcanal. Seine vordere Öffnung befindet sich 99 *mm* vor ersteren und etwa 13 *mm* ober dem Vorderrand des Pr_3.

Der Unterrand der Orbita springt, wenigstens soweit er erhalten ist, nicht so weit vor wie bei *Alcicephalus Neumayri* und gleicht so mehr dem der Hirsche. Doch fehlt vorliegender Form ebenfalls jede Spur einer Thränengrube.

Auch der Gaumen ist besser erhalten als bei *Alcicephalus Neumayri*, doch hat er gleichfalls unter seitlichem Druck gelitten. Die drei hinteren Einschnitte zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten wie früher.

[1] Als Länge ist der schmelzbedeckte Theil der Krone an der Oberseite gemessen.

[2] A. Rodler, Über *Urmiatherium Polaki*, einem neuen Sivatheriiden aus dem Knochenfelde von Maragha. Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Mathem.-naturw. Cl. Bd. LVI.

Die Maxillaria sind weitaus nicht so stark entwickelt, überhaupt die gesammte Form des Schädelfragmentes viel weniger plump und massig, so dass schon hierin, nebst der geringeren Grösse, ein bedeutender Unterschied vorhanden ist.

Oberkiefergebiss: Im Allgemeinen sind die Zähne des Oberkiefers im Verhältniss zum Schädel von geringerer Grösse und zierlicher gebaut als bei der erstbeschriebenen Form. Der Alveolarrand ist auch etwas bedeutender nach abwärts convex gekrümmt, so dass die genauere Lage des Vorderrandes der Orbita über demselben schwierig anzugeben ist. Doch ragt — auch relativ — die gesammte Zahnreihe weit weniger über die Augenhöhlen nach vorne vor, daher der Vorderschädel etwas kürzer erscheint.

Die Zähne dieses Schädels sind schon ziemlich stark niedergekaut, so dass am ältesten Zahne — dem M_1 — die Marken schon zu verschwinden beginnen. Soweit sichtbar, tragen sie jedoch wieder denselben giraffoiden Typus zur Schau, wie wir ihn schon bei *Alcicephalus Neumayri* gesehen haben. An M_2 und M_3 sind alle vier Halbmonde noch isolirt, am M_1 nur noch die inneren untereinander; mit den äusseren ist hier jedoch schon Verschmelzung eingetreten. Dem stark gerunzelten Email fehlen jegliche Basalgebilde, ebenso alle Fortsätze ins Innere der Marken.

Die an der Spitze erwähnte Oberkieferzahnreihe (?) kann, wie auch drei andere Zähne, nur mit grosser Reserve hier eingereiht werden. Erstere gehörte einem Thiere an, dessen Milchgebiss — zum Theil wenigstens — noch functionirte. Alle drei Prämolaren senden in der Art, wie Gaudry's Abbildung der Oberkieferzähne von *Helladotherium* zeigt (Taf. 41, Fig. 2; ex), starke Sporne in das Lumen zwischen den beiden Halbmonden, die weiter in der Tiefe auch mit dem äusseren Halbmond in Verbindung stehen. Die Molaren zeigen sonst keine bemerkenswerthen Unterschiede der Gestalt. Beträchtlich verschieden ist jedoch die Grösse. Ob diese Abweichung jedoch noch innerhalb der Grenzen individueller Variation liegt, werden weitere Funde erst lehren müssen. Sie stehen jedoch vorliegender kleineren Form noch immer näher, als der grösseren, können — aber insbesondere weil sich noch andere ebenso abweichende Zähne gefunden haben — einer noch unbekannten Form angehören. Beide Objecte liefern für die Oberkiefermolaren folgende Zahlen:

	Pr_2	Pr_3	Pr_4	M_1	M_2	M_3
Schädel	20	19	18	25·5	27	26
Isolirte Zahnreihe	23	21	21	30	31	29
Camelopardalis parva Weith.		17	17	24	25·5	24

Am nächsten kommt daher in der Grösse von genauer bekannten Formen unserem *Alcicephalus coelophrys* noch die vor mehreren Jahren von einem von uns aus Pikermi beschriebene *Camelopardalis parva*. Doch ist, abgesehen von der Grösse, der äussere Habitus der Zähne und ihre Form zu verschieden, als dass man an eine Indentification beider nach dem vorhandenen Materiale denken könnte.

Doch scheint es, wie bereits erwähnt, zweifellos, dass die griechische Art demselben Genus angehört, wie die beiden in vorliegenden Zeilen aus Maragha beschriebenen Formen.

Von Unterkiefern ist nichts vorhanden, was sich mit Sicherheit hieher stellen liesse; denn dass das sehr alte bei *Alcicephalus Neumayri* erwähnte Individuum (*e*) hieher gehörte, ist zum mindesten sehr unwahrscheinlich.

Dagegen liegen einige isolirte untere Molaren vor, die nach ihrer Gestalt und insbesondere nach ihrer Grösse recht gut hier angeschlossen werden können. Zwei davon sind M_3 und besitzen eine Länge von 36 und 39 *mm*. Die den Oberkieferzähnen des Schädels entsprechende Länge des unteren M_3 wäre etwa 37·5, was also genau in der Mitte zwischen den beiden obigen Massen liegt. Auch ihr allgemeiner Habitus lässt sich recht gut mit dem eines Camelopardaliden vereinigen. Das Schmelz ist dick und runzelig, die Marken trotz weit vorgeschrittener Usur nur sehr schwach mit einander verbunden. Ein derartiger Zahn gelangte Taf. III, Fig. 9 zur Abbildung.

Ein weiterer M ($_1$ oder $_2$), Taf. III, Fig. 8, zeigt gleichfalls die Charaktere dieser Gruppe mit sehr stark gerunzeltem Schmelz und vollständig getrennten Halbmonden. Er besitzt ferner vorne einen starken Basalkragen und zwischen den Aussenmonden ein kleines Schmelzsäulchen. Seine Länge ist 29 *mm*. Für einen M_1 wäre dies bereits etwas zu gross; besser entspräche er, gemäss der Länge des oben erwähnten M_3, einem M_2.

Ein vierter Molar endlich weist eine Länge von 32·5 *mm* auf. Er gehörte nach seiner Gestalt wohl sicher auch einem Camelopardaliden an und reiht sich in seiner Grösse jenem früher als nur zweifelhaft hiehergehörig betrachteten Oberkiefer und den drei isolirten Zähnen an.

Incisiven und Caninen: Schon bei Besprechung der grösseren Species wurde einiger Zähne des Vordergebisses Erwähnung gethan, die sich in ihrer Form und etwas auch in ihrer Grösse unterschieden. Sie wurden dort provisorisch der kleineren Art zugetheilt. Auf Taf. IV, Fig. 4 gelangte eine Hälfte eines solchen Vordergebisses zur Darstellung, das jedoch derart verschoben ist, dass der ursprünglich zu hinterst befindliche Eckzahn hier der am weitesten nach vorn gerückte ist.

Der Canin zeigt sich in seiner Form viel mehr giraffenähnlich, indem er bedeutend mehr schief gegen hinten aussen verzogen und der seitliche Lappen des Zahnes dadurch viel ausgeprägter hervortritt. Auch die Incisiven zeigen ähnlich verzogene Formen. Der Vorderrand ist schmal, zugerundet und geht direct in die mediane Ausweitung des Seitenrandes über. Der Zahn bekommt dadurch eine mehr dreieckige Gestalt, deren längste Seite gegen aussen zu liegt. Die Aneinanderreihung der einzelnen Zähne ist dieselbe wie bei der vorhergehenden Species.

Extremitätenknochen,

zu *Alcicephalus* gehörig.

Nebst den soeben beschriebenen Schädel- und Gebissfragmenten der beiden persischen Arten von *Alcicephalus* ist noch eine bedeutende Anzahl von grossen, durchwegs isolirt gefundenen Extremitätenknochen vorhanden, die — zum allergrössten Theil wenigstens — gewiss diesen beiden Arten angehört haben werden. Es wird dies auch dadurch noch bestätigt, dass sie sich so ziemlich alle mit Leichtigkeit auf zwei der Grösse nach verschiedene Formen vertheilen lassen.

Da die Vertheilung derselben auf die zwei vorliegenden Species, daher blos nach den Dimensionen erfolgt, so glaube ich am besten zu thun, sie alle auf einmal zu behandeln.

Wie aus der zu Anfang gegebenen Tabelle relativer Masszahlen erhellt, schliessen sie sich im Grossen und Ganzen recht gut an die aus den Angaben von Gaudry und eigenen Messungen resultirenden Verhältnisszahlen von *Helladotherium Duvernoyi* von Pikermi an, wenn allerdings auch bemerkt werden muss, dass insbesondere die Metapodien ziemlich bedeutend schlanker erscheinen als die Abbildungen, welche Gaudry (l. c. Taf. 43) von *Helladotherium*-Metapodien gibt.

Humerus: Von diesem liegen zwei kleine Fragmente vor, von denen das grössere überdies sehr schlecht erhalten ist. Letzteres dürfte, wie *Helladotherium*, eine Rollenbreite von etwa 125 *mm* besessen haben, und passt damit recht gut zu dem zu erwähnenden Radius. Das kleinere, aber besser erhaltene Fragment misst nur 89 *mm* in der Rollenbreite, was eine etwas zu geringe Verhältnisszahl (Radius = 100) gibt. Doch es gehört entweder gar nicht hieher, oder einem sehr kleinen Individuum an, da es auch für die vorhandenen Radien um etwa 1 *cm* zu klein ist.

Radius: Hier sind die beiden Arten recht gut und deutlich in je einem nahezu vollständigen Exemplar und mehreren distalen und proximalen Gelenkstücken vertreten. Sie erscheinen etwas weniges schlanker als bei *Helladotherium*, trotzdem natürlich noch ausserordentlich viel plumper als bei *Camelopardalis*.

Carpus: Von diesem liegt ein vollständiger der kleineren Species, von beiden überdies einzelne Knochen vor. Ersterer stammt allerdings auch nicht von einem Individuum her, sondern ist nur aus ungefähr zusammenpassenden Carpalien zusammengesetzt.

Metacarpale: Die kleinere Art ist durch ein sehr schön und vollständig erhaltenes Exemplar, sowie durch proximale und distale Fragmente, die grössere nur durch grössere Bruchstücke vertreten. Sie sind bedeutend schlanker als die von *Helladotherium*, wie schon aus den zu Anfang mitgetheilten Verhältnisszahlen hervorgeht. Der Körper des Knochens ist hier bedeutend schmäler als die beiden Gelenksenden. Eine abweichende Gestaltung wird weiter auch dadurch noch herbeigeführt, dass bei *Helladotherium* das obere Gelenksende breiter ist als das untere. Bei *Alcicephalus* ist das Verhältniss eher umgekehrt.

Phalanx I: Von dieser sind nebst zahlreichen Bruchstücken auch mehrere vollständige Exemplare vorhanden, unter denen auch beide Arten vertreten zu sein scheinen. Wenn man etwas dickere Exemplare der vorderen, schlankere jedoch der hinteren Extremität zutheilt, wie dies bei der lebenden Giraffe der Fall ist, so kann man auch Vorder- und Hinterfuss unterscheiden.

Phalanx II: In mehreren augenscheinlich der grösseren Art angehörigen Stücken vorhanden. Von

Phalanx III findet sich nur ein einziges, ebenfalls offenbar zur grösseren Species gehöriges Exemplar vor.

Femur: Ist nicht vertreten.

Tibia: Von diesem Knochen ist nur ein einziges Exemplar in etwas vollständigerem Zustande vorhanden; doch fehlt ihm die proximale Epiphyse. Nach seinen Dimensionen gehörte es der kleineren Art an. Die S. 3 angegebenen Verhältnisszahlen lehren jedoch, in Übereinstimmung mit den Befunden am Schädel, dem Gebisse und den vorderen Gliedmassen, dass wir hier ein in der Camelopardalidenreihe noch nicht so bedeutend differenzirtes Thier vor uns haben, wie dies die Giraffe oder auch *Helladotherium* ist. Bei letzterem, insbesondere aber bei ersterer ist die Tibia bedeutend kürzer als der Radius; hier sind beide Knochen annähernd gleich gross; bei Hirschen, Antilopen, Rindern etc. ist jedoch in der Regel die Tibia etwas bis sehr bedeutend grösser als der Radius.

Da bei verschiedener Länge die untere Breite beinahe dieselbe ist, so folgt hieraus schon, dass die Tibia von *Alcicephalus* schlanker ist als die von *Helladotherium*. Dasselbe zeigt auch ein Vergleich der Abbildungen. Mehrere distale Fragmente vertheilen sich ohne Schwierigkeit auf beide Arten.

Tarsus: Aus diesem ist eine grössere Zahl von Astragali und Calcanei, sowie einige Cuboscaphoidea und Cuneiformia vorhanden. Von Sprungbeinen entfällt der Hauptantheil (etwa 7 Stück) auf die kleinere Art, während von Fersenbeinen nur einer dieser angehören dürfte. Die Cuneiformia sind nicht verschmolzen; dasselbe findet jedoch im Gegensatz zur Giraffe auch bei *Helladotherium* statt.

Metatarsale: Vier vollständige der grösseren und ein vollständiges der kleineren Art, nebst zahlreichen Bruchstücken liegen vor. Es besitzt bezüglich der Länge so ziemlich dieselben relativen Dimensionen, wie *Helladotherium*, doch ist es bedeutend schlanker gebaut. Der

Phalangen wurde schon bei Besprechung der Vorderextremität Erwähnung gethan.

Als Masse für die verschiedenen Extremitätenknochen beider Arten ergeben sich folgende Zahlen [1]:

---

[1] Unter einander stehende Zahlen bei demselben Knochen beziehen sich stets auf das gleiche Exemplar des betreffenden Knochens.

		Alcicephalus Neumayri							*Alcicephalus coelophrys*							
Humerus	Rollenbreite	125	.	.	.	.	.	.	89	.	.	.	.	.	.	.
Radius	Länge	490	.	.	.	.	.	.	460	.	.	.	.	.	.	.
	obere Breite	140	145	137	.	.	.	.	120	115	.	.	.	.	.	.
	mittlere Breite	73	.	.	.	.	.	.	63	.	.	.	.	.	.	.
	untere Breite	.	.	.	113	.	.	.	104	.	95	94	94	.	.	.
Scaphoideum	Breite	33	.	.	.	.	.	.	30	28	27	.	.	.	.	.
	Tiefe	72	.	.	.	.	.	.	65	62	57	.	.	.	.	.
Lunatum	obere Breite	52	.	.	.	.	.	.	43	.	36	.	.	.	.	.
Pyramidatum	Tiefe	50	.	.	.	.	.	.	47	.	.	.	.	.	.	.
Magnum	Breite	.	.	.	.	.	.	.	58	52	54	.	.	.	.	.
	Tiefe	.	.	.	.	.	.	.	63	55	56	.	.	.	.	.
Uncinatum	Breite	.	.	.	.	.	.	.	35	.	.	.	.	.	.	.
	Tiefe	.	.	.	.	.	.	.	52	.	.	.	.	.	.	.
Metacarpale	Länge	.	.	.	.	.	.	.	340	.	.	.	.	.	.	.
	obere Breite	97	92	.	.	.	.	.	76	80	78	.	.	.	.	.
	mittlere Breite	55	.	.	.	.	.	.	45	.	.	.	.	.	.	.
	untere Breite	.	.	99	104	95	101	95	85	.	.	79	86	87	82	86
Phalanx I	Länge	85	83	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	obere Breite	44	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phalanx II	Länge	44	45	53	52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	obere Breite	36	36	39[1]	40[1]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phalanx III	Länge	.	74	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tibia	Länge	.	.	.	.	.	.	.	430	.	.	.	.	.	.	.
	mittlere Breite	68	.	.	.	.	.	.	56	55	.	.	.	.	.	.
	untere Breite	98	95	.	.	.	.	.	84	80	82	.	.	.	.	.
Calcaneus	Länge	193	188	197	193	.	.	.	178	170	.	.	.	.	.	.
	grösste Tiefe	88	82	89	78	80	.	.	76	75	.	.	.	.	.	.
Astragalus	Länge	100	102	98	94	120	.	.	84	85	86	86	84	85	.	.
	obere Breite	69	?	60	62	79	.	.	53	54	53	56	53	53	.	.
	untere Breite	68	66	60	59	.	.	.	56	57	51	58	54	54	.	.
Cuboscaphoideum	Breite	95	.	.	.	.	.	.	77	78	74	72	73	76	.	.
	grösste Höhe vorn	55	.	.	.	.	.	.	49	48	47	41	45	40	.	.
Cuneiforme III	Breite	36	36	41	.	.	.	.	32	.	.	.	.	.	.	.
	Tiefe	59	55	56	.	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.	.
Metatarsale	Länge	430	410	420	415	.	.	.	370	.	.	.	.	.	.	.
	obere Breite	76	79	75	80	.	.	.	66	63	.	.	.	.	.	.
	mittlere Breite	48	48	48	?	.	.	.	38	.	.	.	.	.	.	.
	untere Breite	85	87	89	83	91	82	87	71	.	73	.	.	.	.	.
Phalanx I	Länge	86	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	obere Breite	48	52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

[1] Hintere Phalanx II (?).

II. ANTILOPIDAE.

1. *Palaeoryx Pallasii* Gaudry (sp. Wagner).

Das Vorkommen dieser grossen Antilope in dem Knochenlager von Maragha wird zum ersten Male von Lydekker[1] constatirt. Uns liegt ein nahezu vollständiger, doch stark verwitterter Schädel mit nur einem Hornzapfen vor. Er ist Eigenthum des Herrn Dr. J. E. Polak.

[1] Quart. Journ. Geol. Soc. London. Bd. 42, 1886, S. 173.

Die Schädelkapsel ist ziemlich gross, jedenfalls grösser als bei dem von Gaudry[1] abgebildeten Schädel aus Pikermi. Anderseits zeigen aber zwei im k. k. Hofmuseum befindliche Schädel von letztgenannter Localität entschieden — auch relativ — noch bedeutendere Dimensionen dieses Cranialtheiles als unsere persische Form. Überhaupt weichen die beiden Exemplare unseres Hofmuseums auch in ihren Gehörnen von Gaudry's Zeichnung beträchtlich ab. Sie sind kürzer, stärker, etwas mehr gebogen und gehen unter etwa 90° vom Schädel ab, während sie nach Gaudry mit dem Hinterschädel einen ziemlich spitzen Winkel bilden. An unserem Exemplar ist das Horn wohl noch etwas kräftiger gebogen, sonst stimmt es aber recht gut mit den Exemplaren des Hofmuseums überein.

Was die Schädelbasis betrifft, ist der verschmolzene Keilbeincomplex hier viel schlanker, seine Medianfurche tiefer und enger als bei den griechischen Exemplaren. Die Condylen, die bei letzteren sehr stark vorspringen, treten hier sehr wenig aus dem Hinterhaupt heraus, die Occipitalwand selbst steht nicht so schief nach vorn geneigt.

Das Gebiss zeigt kurze Prismenzähne, die Länge von M_3 bis incl. Pr_2 misst 98 *mm*.

Die Klarstellung anderer Verhältnisse scheitert an der schlechten Erhaltung des Schädels. Sollten weitere Untersuchungen aber auch ergeben, dass wir es hier nicht mit einem typischen Vertreter der griechischen Form zu thun haben, so wird unsere in Rede stehende Antilope dieser doch als sehr nahe stehend betrachtet werden müssen.

Entfernung der (unvollständigen) Hornspitze vom Orbitalrand	280 *mm*
Sagittale Dicke des Hornzapfens am Grunde	65 „
Transversale „ „ „ „ „	41 „
Sagittale „ „ „ in der Mitte	46 „
Länge der Gehirnkapsel vom Hinterrand der Hörner	78 „
Breite des Schädels am Mastoidfortsatz	126 „

2. *Gazella deperdita* Gervais (sp.)

Unter diesem Namen wurde zum ersten Male von Gervais[2] ein Hornzapfen von Cucuron abgebildet, der sich durch seine bedeutende Biegung nach rückwärts und elliptischen Querschnitt auszeichnete. Die zuerst als *Gazella brevicornis* Roth (sp.) von Gaudry beschriebenen Gehörne von Pikermi sind im Allgemeinen weniger und sanfter gekrümmt, mehr spiessförmig und besitzen zum grössten Theil gerundeten Querschnitt; seltener erscheinen sie seitlich abgeplattet. Das von demselben Autor am Léberon gesammelte Material bewog ihn hingegen wieder, beide Arten zu vereinigen und in jenen Differenzen nur Racenunterschiede zu sehen. Die Abbildungen in seiner Monographie der Fauna des Mont Léberon scheinen dies Vorgehen auch zu rechtfertigen.

Ein uns vorliegendes Fragment von Baltavár in Ungarn trägt auch vollständig den gewöhnlichen Typus der Vorkommnisse von Pikermi: spiessförmig, mit gerundetem Querschnitt.[3]

Von letzterem Typus fanden sich auch in unserem Materiale einige Hornzapfen, die die Feststellung des Vorkommens dieser Gazelle in Maragha mit Sicherheit gestatten.

Ausser diesen liegen jedoch noch eine Anzahl von Resten vor, die sich einmal durch eine sehr bedeutende seitliche Abplattung der Hornzapfen, anderseits aber auch noch durch ihre abweichende Gestalt derart vor diesen genannten auszeichnen, dass wir sie als eine gesonderte Art beschreiben zu müssen glaubten:

---

[1] Gaudry, Géologie de l'Attique, Taf. 47, Fig. 1.

[2] Gervais, Zool. et Palèont. franç., tab. 12, fig. 3; 2. éd., p. 140.

[3] Vier Hornzapfenfragmente von *Samos* zeigen hingegen eine bedeutendere Krümmung und sind zum Theil von elliptischem Querschnitt.

3. *Gazella capricornis* n. sp.

(Taf. V, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 1.)

Diese neue Art basirt hauptsächlich auf einem Stirnfragment mit den Hornzapfen, von denen einer jedoch nur zur Hälfte erhalten ist. Ausserdem fanden sich noch einige isolirte Stirnzapfen vor, die wahrscheinlich derselben Species angehörten.

An ersterem Exemplar erscheinen die Hornzapfen an ihrer Wurzel im Vergleich zu *Gazella deperdita* der Mittellinie des Schädels bedeutend genähert und divergiren auch nach oben in ihrem unteren Drittel sehr wenig; erst darüber hinaus treten sie rasch auseinander. Die Orbitalränder stehen seitlich ziemlich weit vor und zeigen nach Gazellenart das Gehörn von oben aufgesetzt. An der Hornwurzel, etwas gegen Innen zu, liegen die grossen Supraorbitallöcher, zwischen welchen die Stirne deprimirt ist. Eine schwache Sagittalcrista ist vorhanden.

Die Hornzapfen selbst sind im Querschnitt seitlich stark zusammengedrückt; dabei ist das Vorderende des grösseren Ellipsendurchmessers mehr gegen vorn-innen gedreht, wendet sich aber nach oben zu immer mehr gegen einwärts, so dass das Horn dadurch eine windschief gedrehte Gestalt erhält und dadurch in bedeutendem Masse an dasjenige der Ziegen gemahnt. Doch fehlt ihm jegliche Leiste. Gegen die Spitze zu verjüngt es sich sehr rasch.

Die Unterschiede gegen *Gazella deperdita* sind daher sehr auffallend. Sie beruhen auf der abweichenden Insertion und der durchaus verschiedenen Gestalt der Stirnzapfen.

4. *Helicophora rotundicornis* Weith.

Die ersten Reste dieser Antilope fanden sich bei einer im Jahre 1885 für das Wiener paläontologische Universitätsinstitut in Pikermi durchgeführten Ausgrabung [1] in Gestalt zweier Schädelfragmente mit erhaltenen Hornzapfen.

Ein dem l. c. Fig. 1 und 2 fast vollständig gleichendes Bruchstück fand sich nun auch unter unserem persischen Material, nur sind die Hornzapfen schon in etwa 6—7 *cm* Höhe abgebrochen. Die Ähnlichkeit ist so gross, dass wir auf jene Abbildung verweisen können. Als Unterschiede kann man nur anführen, dass einmal die Sagittalnaht etwas weniger kammförmig vorspringt als bei dem griechischen Exemplar, und dass der bei letzterem erwähnte, von der Hinterinnenecke der Hornbasis entspringende Längsrücken hier in seinen unteren 3—4 *cm* seines Verlaufes viel kräftiger hervortritt. Doch beruht dies nur vielleicht auf Alters- oder Geschlechtsunterschieden. Sonst ist die Übereinstimmung wirklich eine auffallende.

5. *Antidorcas ? Atropatenes* n. sp.

(Taf. IV, Fig. 8; Taf. VI, Fig. 3—5.)

Dieser Antilopenart wurde schon ihm Jahre 1885 [2] unter der Bezeichnung „Stirnzapfen von *Antidorcas*“ von einem von uns Erwähnung gethan; vielleicht hat auch Pohlig [3] sie im Jahre darauf bei der Zusammenstellung des Verzeichnisses der Maragha-Fauna unter „*Antilope* sp. *major* (*Antidorcas* ?)“ im Auge gehabt.

Vorhanden sind gegen 20 zierliche Hornzapfenbruchstücke, sowie wahrscheinlich dieser Art zugehörige Fragmente des Gebisses (vergl. S. 19) und des Schädels.

Die allgemeine Form des Gehörnes variirt etwas, insoferne als einige der Zapfen auf eine ziemlich ausgesprochene lyraförmige Gestalt derselben hinweisen (Taf. VI, Fig. 5), andere hingegen mehr spiessförmig sind (Fig. 4). Allen ist jedoch eine Grundgestalt eigen, wie sie ebenso die Abbildung von *Antidorcas* (?) *Rothii*

[1] Weithofer, Fauna von Pikermi, S. 288 (64), Taf. XVIII (IX).
[2] Rodler, Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1885, S. 335.
[3] Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. XLII, 1886, p. 178.

in Gaudry's Werk über Pikermi [1] zum Ausdruck bringt. Von lebenden Antilopen stand uns diesbezüglich nur ein Schädelfragment mit Gehörn von der südafrikanischen *Antidorcas euchore* zur Verfügung, bei dem aber leider die Hornzapfen in etwa 5 *cm* Entfernung vom Schädel abgeschnitten waren. Im Innern der Hornscheide liessen sich jedoch deutlich jene Falten verfolgen, die, wie auch hier, die Axe des schraubenartig gewundenen Gehörnes bilden. Aus diesem Grunde stellen wir diese Form, wie Gaudry, vorläufig zu dem Genus *Antidorcas*.

Die allgemeine Gestalt der vorliegenden Gehörne ist, wie erwähnt, leierförmig. Dabei entspringen an der Hinterseite der Basis etwa 2—3 vorspringende Falten, mit scharf eingeschnittenen Zwischenfurchen, die, sich um sich selbst drehend, mehr oder weniger senkrecht als Axe des Hornes emporsteigen. Von vorn gegen innen, und weiter dann gegen aussen windet sich gleichsam die übrige Hornpartie herum.

Ausser der genannten *Ant.* (?) *Rothii* von Pikermi ist uns keine fossile Form bekannt, die mit unserer Antilope in näheren Vergleich gezogen werden könnte. Die griechische *Antidorcas* unterscheidet sich jedoch schon durch ihre ausserordentlich viel bedeutendere Grösse von der persischen, nebstdem auch durch Differenzen untergeordneterer Natur in der Gestaltung des Gehörnes, wie es wohl am besten aus dem Vergleiche beider Abbildungen erhellt.

6. *Tragelaphus* (?) *Houtum-Schindleri* n. sp.

(Taf. VI, Fig. 2.)

Dieser in dem Knochenlager von Maragha sehr häufigen Antilope geschieht hier zum ersten Male Erwähnung. Es liegen gegen 30 Hornzapfenfragmente vor; alle jedoch in recht schlechtem Erhaltungszustande; nur bei einigen sind auch noch kleine Partien der umliegenden Frontalregion, oder Theile der Orbitae zu sehen. Aus dem Verhalten der Hornzapfen zu letzteren und aus der Gestalt des Gehörnes glauben wir auf einen Repräsentanten der *Strepsiceros*-Gruppe, wenn auch auf einen nicht sehr extrem ausgebildeten, schliessen zu dürfen.

Die Hornzapfen liegen nämlich, soweit es das dürftige Material erkennen lässt, in der Flucht der Frontalia und sitzen von hinten her den Orbiten auf. Nebst diesen für Strepsiceren sehr bezeichnenden Merkmalen spricht auch die Gestalt der Hörner für die Zugehörigkeit zu dieser Sippe.

An und für sich betrachtet, würden die Hornzapfen mit solchen von *Tragelaphus imberbis* fast vollkommen stimmen: doch im Zusammenhange mit dem Schädel ergibt sich, dass die Zapfenwurzel gegenüber den uns zur Verfügung stehenden Exemplaren des *Tragelaphus* um 90° gedreht erscheint, so dass der grössere Durchmesser des elliptischen Querschnittes bei *Tragelaphus imberbis* annähernd quer (eigentlich etwas schief nach vorn-aussen), bei unserer Form jedoch mehr sagittal (fast mehr nach vorn-innen) steht.

Das Verhältniss zur Orbita ist, soweit überhaupt erkennbar, bei beiden Formen ungefähr das gleiche. Doch scheinen die Hörner bei der fossilen persischen Antilope etwas mehr gegen hinten geneigt gewesen zu sein, so dass sie gegen die Parietalia zu einen spitzeren Winkel bildeten.

Eine hier zwischen den Hornzapfen durchlaufende schwache Sagittalcrista fehlt den vorliegenden recenten Exemplaren. Die Spiraldrehung der Hörner ist hier fast ebenso frei wie bei diesen letzteren, doch sind die Hornzapfen bedeutend kürzer; sie machen ungefähr nur eine halbe Umdrehung mit, so dass der vorderste Punkt des Querschnittes an der Spitze etwa zu hinterst liegt. Dabei entwickeln sich die beiden schärfer gekrümmten, am Ende des grossen Ellipsendurchmessers gelegenen Seiten des Hornzapfens längs des letzteren in der Regel zu ziemlich gut hervortretenden Kämmen.

Wie sehr alle diese Differenzen unsere Art aber auch von *Tragelaphus imberbis* scheiden würden — andere, etwa näher stehende Arten stehen uns zum Vergleiche nicht zur Verfügung — so halten wir dieselben doch nicht von so schwer wiegender Natur, dass wir unsere Form nicht in die Nähe dieser Antilope stellen dürften.

[1] Taf. LII, Fig. 2—3; ferner Wagner, Abhandl. d. königl. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl., VIII. Bd., 1. Abth. München 1857; Taf. VIII, Fig. 20.

Von Bedeutung ist dabei aber hauptsächlich der Umstand, dass wir in unserem *Tragelaphus (?) Houtum-Schindleri* wieder einen Vertreter jener exquisit äthiopischen Gruppe der Schraubenhörner auf indisch-orientalischem Territorium treffen.

7. *Protragelaphus Skouzési* Dames.

Von dieser bisher nur von Pikermi bekannten Form [1] haben sich in unserem Materiale zwei Stirnfragmente mit je einem Hornzapfen, sowie mehrere der letzteren isolirt gefunden. Die Übereinstimmung mit den griechischen Exemplaren ist eine ausserordentlich grosse. Die Spiraldrehung, der den Zapfen aufgesetzte Kamm sind genau dieselben. Als Unterschied könnte man höchstens eine etwas langsamere Abnahme an Stärke anführen; doch kommt diese Abänderung genau so auch in Pikermi vor (vergl. l. c. St. 286, Note 1). Auch die Divergenz der Hörner gegen oben ist hier etwas geringer als bei dem l. c. Taf. XVII (VIII) abgebildeten Exemplare der Göttinger Universitätssammlung. Doch kann kein Zweifel obwalten, dass wir es in vorliegenden Resten mit derselben Antilope zu thun haben, wie sie von Dames und einem von uns aus Pikermi beschrieben wurde.

Ausserdem liegt jedoch noch ein Taf. V, Fig. 2 abgebildetes Schädelfragment mit Theilen der Hornzapfen vor, das wir als Jugendexemplar obiger Antilope zu deuten geneigt sind.

Für einen Jugendzustand sprechen ausser dem für Strepsiceren schwächlichen Gehörn die grossen, weit vorstehenden Augenhöhlen und die Abtrennung des nicht vorhandenen Parietalschädels in der Coronalnaht. Auch die das Thränenbein in der Orbita abgrenzende Naht ist sehr scharf zu sehen. Die Vereinigung der Suturen war also noch nicht weit vorgeschritten. Insbesondere hinter den Hörnern findet der Bruch in der Regel bereits im Gebiete der Parietalia, also hinter der Coronalnaht, statt.

Die Hornzapfen liegen ausserdem noch nicht so excessiv in der directen Verlängerung der Stirne; sie bildeten offenbar einen ein klein wenig geringeren Winkel als 180°. Auch sind sie — etwa nach Gazellenart — etwas deutlicher vom Schädel abgesetzt, als es gewöhnlich bei den oreasartigen Formen der Fall ist.

Sie sind, soweit sichtbar, gestreckt, spiessförmig, jedoch nach Art von *Protragelaphus* spiralförmig gedreht. Nur scheint auch noch ein ganz schwacher vorderer Rücken vorhanden zu sein, der dann im Alter wahrscheinlich vollständig verloren geht. Der hintere zeigt dieselbe Gestaltung wie bei obigem Genus. Jene erwähnte gerade gestreckte Form würde auch von dem Altersstadium abweichend erscheinen. Doch ist dies alles offenbar kein Hinderniss unser Fossil als ein Jugendexemplar des bei Maragha ziemlich häufigen *Protragelaphus Skouzési* zu betrachten.

? 8. *Tragocerus amaltheus* Gaudry (sp. Roth u. Wagner).

Das Vorhandensein dieser Antilopengattung findet sich schon bei Grewingk [2] angegeben. Auch Pohlig, [3] sowie in seinem Reisebericht einer von uns [4] führen ihr Vorkommen an.

Im vorliegenden Material liesse sich unter den Hornzapfen höchstens einer als hieher gehörig deuten; unter den Gebissen und Gebissfragmenten finden sich hingegen zahlreiche Exemplare, die sich nach ihrer Grösse hier anreihen könnten. Allerdings ist es nicht ausgeschlossen, dass sie auch anderen Antilopen zugeschrieben werden könnten. Jenes Hornzapfenfragment, 195 *mm* lang, hat an der Basis etwa 57 *mm*, an der Spitze 24 *mm* sagittalen, sowie 37, resp. 19 *mm* transversalen Durchmesser. Es ist ziemlich stark nach hinten, dabei jedoch auch beträchtlich nach aussen gekrümmt und vorn und hinten zugerundet.

Nach dieser Gestalt stimmt es am besten noch mit obgenannter Antilope überein, ohne jedoch mit dieser unbedingt identificirt werden zu können, insbesondere da es nur in einem vereinzelnten Exemplare vorliegt.

[1] Weithofer, Fauna von Pikermi, S. 285 (61), Taf. XVII (VIII), Fig. 4—6.
[2] Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1881, S. 296.
[3] Ibid. 1884, S. 282.
[4] Ibid. 1885, S. 335.

Antilopengebisse.

Im Vorhergehenden wurden die einzelnen Species lediglich nach den Hornzapfen und etwaigen Schädeltheilen geschieden, indem es sich bei einer Untersuchung der zahlreichen Gebisstheile alsbald herausstellte, dass eine Vertheilung derselben auf die obigen 8 Arten ein Act reiner Willkür wäre. Von den allermeisten derselben ist ein Gebiss im Zusammenhange mit dem Gehörn überhaupt nicht bekannt, es wäre daher ein Versuch des Zusammensuchens der beiden correspondirenden Theile nicht nur von höchst problematischem Werthe, sondern für spätere Untersuchungen sogar überaus störend und erschwerend. Wir glaubten daher aus diesen Gründen darauf verzichten zu sollen; da hiehergehörige Gebissfragmente aber doch einen ziemlich grossen Theil des vorliegenden Materiales ausmachen, so wollen wir sie im nachfolgenden für sich allein einer kurzen Besprechung unterziehen.

Über die allgemeine Gestalt derselben ist wenig zu sagen; es sind sämmtlich die charakteristischen, uniformen Antilopenzähne, die zu einer specifischen Trennung ausser ihrer Grösse so ziemlich gar kein weiteres Merkmal an die Hand geben.

Nur zwei Unterkieferfragmente bieten ein hervorragenderes Interesse, indem ihre Molaren sich durch ihre ausgezeichnete Säulenzähnigkeit auszeichnen. Für Antilopen des vorliegenden geologischen Alters ist dieser Fall bisher wohl einzig dastehend.

Der grössere der beiden Kiefer (Taf. IV, Fig. 5) enthält D_2—D_1, und M_1 soeben in die Usur getreten. Die Höhe des schmelzbedeckten Theiles misst dabei an M_1 38 *mm*, die obere Breite 25 *mm*. Nach letzterer dürfte daher der Besitzer dieses Kiefers *Tragocerus* an Grösse beträchtlich übertroffen und sich ungefähr *Palaeoryx Pallasii* gleichgestellt haben. Der D_1 misst 26·5 *mm*, der sehr stark abgekaute D_2 13 *mm* in der Länge; ersterer besitzt auch starke Schmelzsäulchen, ein ganz kleines blos der M_1.

Der kleinere Kiefer (Taf. IV, Fig. 6) ist etwa von der Grösse eines solchen von *Gazella deperdita*. Die Längen der einzelnen Zähne sind: $Pr_2 = 7$, $Pr_1 = 7·5$, $M_1 = 8·5$, $M_2 = 10$, $M_3 = 14$ *mm*; dabei ist jedoch bei letzterem die mittlere Säule 19 *mm* hoch, obzwar sie schon beträchtlich abgekaut ist. Die Höhe des hinteren Innenlobus des M_2 beträgt 12 *mm*, die des M_1 7 *mm*. Schmelzsäulchen sind nur am M_1 angedeutet.

Unter den übrigen Zähnen sind vor Allem vier lose Oberkiefer-Molaren und zwei im Zusammenhange (Taf. IV, Fig. 7) durch ihre ausserordentliche Grösse bemerkenswerth. Allen fehlt jede Spur einer medianen Innensäule. Die Zähne selbst sind ziemlich hoch, prismatisch, ihre Marken durch mehrfach einspringende, oft secundäre Schmelzinseln bildende Emailfalten eingeengt. Die Aussenwand ist relativ glatt, etwas mehr gerunzelt die Innenseite.

Diese Zähne, die zweifelsohne auch Antilopen zugetheilt werden müssen, zeigen bedeutend grössere Dimensionen, als sie irgend einer der obigen Arten zukommen. Ihre Besitzer dürften an Grösse unseren mächtigsten Antilopen, z. B. *Oreas*, gleichgekommen sein.

Maasse der beiden abgebildeten Zähne sind:

	M_2	M_3
Länge	31 *mm*	34 *mm*
Breite in der vorderen Hälfte . .	27	27
Höhe am vorderen Aussenlobus .	23	28

Von jenen Zähnen nun, die sich gemäss ihrer Grösse auf die oben beschriebenen Antilopen vertheilen liessen, gilt hauptsächlich das an der Spitze Gesagte.

Gebisse einer gewissen Grösse und Gestalt stimmen vollkommen mit solchen von *Gazella deperdita* überein. Doch dürften sich unter ihnen wahrscheinlich auch solche der neu beschriebenen *Gazella capricornis* befinden. Eine solche, aber bereits stark abgekaute untere Zahnreihe zeigt z. B. folgende Dimensionen:

	Pr_3	Pr_2	Pr_1	M_1	M_2	M_3
Länge .	4· *mm*	8·5 *mm*	8·5 *mm*	9·5 *mm*	11·8 *mm*	16 *mm*

Gesammtlänge der Zahnreihe . . 58·5 *mm*.

Einige der Kiefer zeichnen sich jedoch durch besonders geringe Dimensionen aus. Diese dürften daher wahrscheinlich unserem *Antidorcas (?) Atropatenes* angehören. Masse eines solchen Unter-Kiefers sind:

	Pr_3	Pr_2	Pr_1	M_1	M_2	M_3
Länge	4 *mm*	6·3 *mm*	7 *mm*	7·5 *mm* [1]	9·5 *mm*	15 *mm*

Gesammtlänge der Zahnreihe . 48 *mm*.

Als Längen der Oberkiefer ergeben sich für beide:

	Pr_2	Pr_1	M_1	M_2	M_3
Gazella deperdita	7·5 *mm*	7 *mm*	10 *mm*	12 *mm*	11 *mm*
Antidorcas (?) Atropatenes . .	6·5	6	8·5	11·5	11

Eine Anzahl von Kiefern reiht sich nach seiner Grösse ungefähr *Phalaeoryx Pallasii* an, eine andere zeigt wieder Dimensionen, die ganz mit solchen des griechischen *Tragocerus amaltheus* übereinstimmen. Ob sie nun diesem angehören, oder etwa vielleicht einer anderen Antilope, muss jedoch dahingestellt bleiben.

Jede Handhabe verliert man aber bei dem Versuch, die Zähne mittlerer Grösse auf unsere Species zu vertheilen. Hier gelangt die Combinationsmöglichkeit geradezu ins Endlose; insbesondere wenn man noch bedenkt, dass recht gut einige der oben beschriebenen Antilopen mit ihrem Gebisse unter vorliegendem Material gar nicht vertreten sein können, anderseits aber vielleicht Zähne gedeutet werden müssen, deren Species nach dem Schädel oder Gehörn noch gar nicht bekannt ist. Wir beschränken uns daher auf obige Bemerkungen.

Schliesslich möge noch beigefügt werden, dass auch von Extremitätenknochen einiges vorhanden ist, deren Bestimmung jedoch natürlich aus gleichen Gründen als höchst problematisch bezeichnet werden muss.

[1] Ausgebrochen; das Diastem gemessen.

Tafelerklärung.

TAFEL I.

Fig. 1. *Alcicephalus Neumayri* n. gen., n. sp.: Schädelfragment.
„ 2. „ *coelophrys* n. gen., n. sp.; Schädelfragment.

Beide Figuren in zwei Drittel der natürlichen Grösse.

TAFEL II.

Fig. 1. *Alcicephalus Neumayri* n. gen., n. sp.; Gaumenansicht des Exemplares, Taf. I, Fig. 1.
„ 2. „ „ „ „ ; rechte Oberkieferzahnreihe von aussen desselben Exemplares.

TAFEL III.

Fig. 1. *Alcicephalus Neumayri* n. gen., n. sp.; rechte untere $M_3 - Pr_1$ (= Zahnreihe *a*, Seite 8); von der Kaufläche.
„ 2. „ „ „ „ : dieselben; von aussen.
„ 3. „ „ „ „ ; linke untere $Pr_1 - Pr_3$ (= Zahnreihe *g*, Seite 8); von aussen.
„ 4. „ „ „ „ ; dieselben; von der Kaufläche.
„ 5. „ „ „ „ ; Milchgebiss des Unterkiefers; von oben.
„ 6. „ „ „ „ ; dasselbe; von aussen.
„ 7. „ „ „ „ ; rechte untere Pr_2; von oben.
„ 8. „ *coelophrys* n. sp.; linke untere M_2 (?); von aussen.
„ 9. „ „ „ ; linke untere M_3; von aussen.

TAFEL IV.

Fig. 1. *Alcicephalus Neumayri* n. gen., n. sp.; Milchgebiss des Oberkiefers und durchbrechender M_1; von der Kaufläche.
„ 2. „ „ „ „ ; Incisiven 1—3; von oben.
„ 3. „ „ „ „ ; Canin; von oben.
„ 4. „ *coelophrys* (?) n. sp.; Incisiven und Canin; von oben.
„ 5. *Antilope* sp. nov. ind. major; mit hypselodentem Zahnbau; von aussen.
„ 6. „ „ „ „ minor; ebenso.
„ 7. „ „ „ „ maxima; obere Molaren; von innen.
„ 8. *Antidorcas (?) Atropatenes* n. f.; Hornzapfen mit anliegendem Theil des Stirnbeines (= Taf. VI, Fig. 3); von vorne.

TAFEL V.

Fig. 1. *Gazella capricornis* n. sp.; Schädelfragment mit Hornzapfen (= Taf. VI, Fig. 1); von vorne.
„ 2. (?) *Protragelaphus Skouzési* Dames; ein jugendliches (?) Schädelfragment, von vorne.

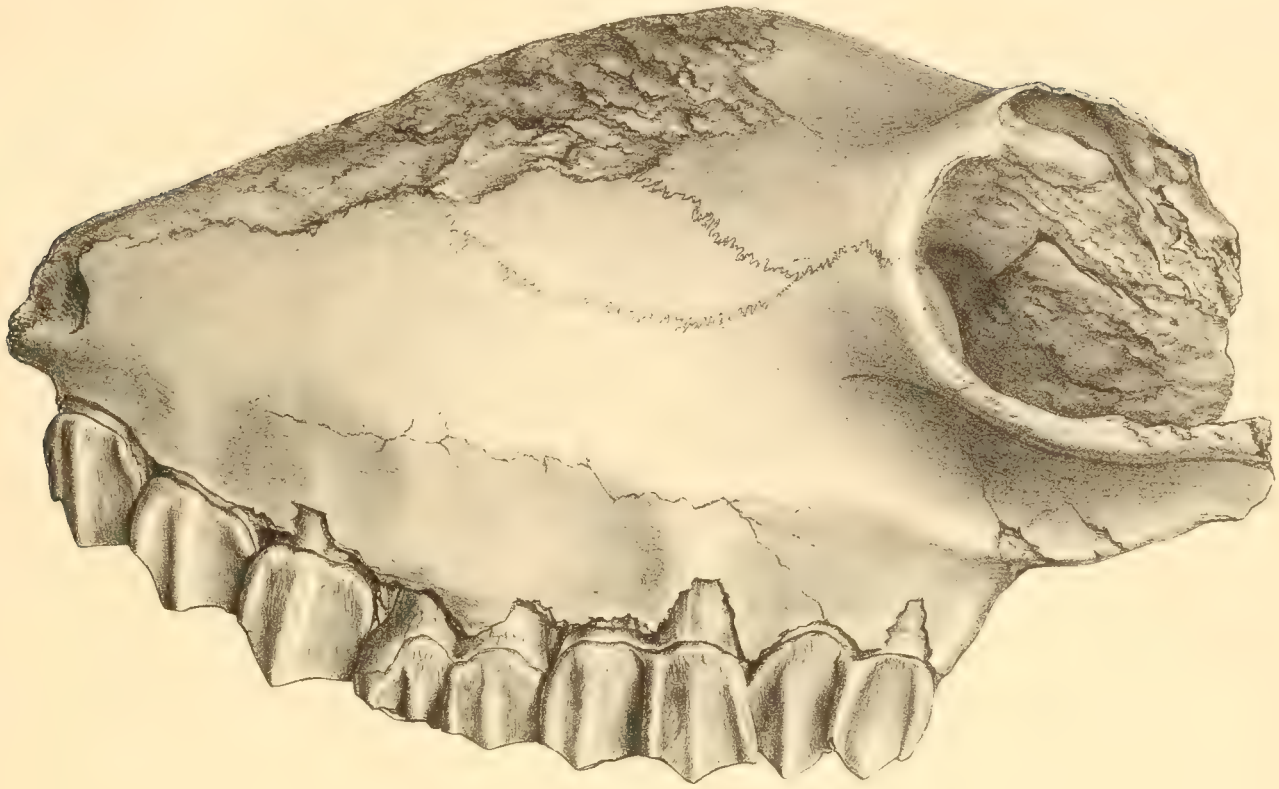
TAFEL VI.

Fig. 1. *Gazella capricornis* n. sp.; Schädelfragment mit Hornzapfen (= Taf. V, Fig. 1); von rechts.
„ 2. *Tragelaphus (?) Houtum-Schindleri* n. f.; Schädelfragment mit Hornzapfen; die Spitze des Hornes nach einem isolirten Exemplar ergänzt; von vorne.
„ 3. *Antidorcas (?) Atropatenes* n. f.; Hornzapfen mit anliegendem Theil des Stirnbeines (= Taf. IV, Fig. 8); von innen.
„ 4. „ „ „ ; Hornzapfen, mehr spiessförmig; von vorne.
„ 5. „ „ „ ; Hornzapfen, mehr leierförmig; von vorne.

Von Tafel II an alle Figuren in natürlicher Grösse.

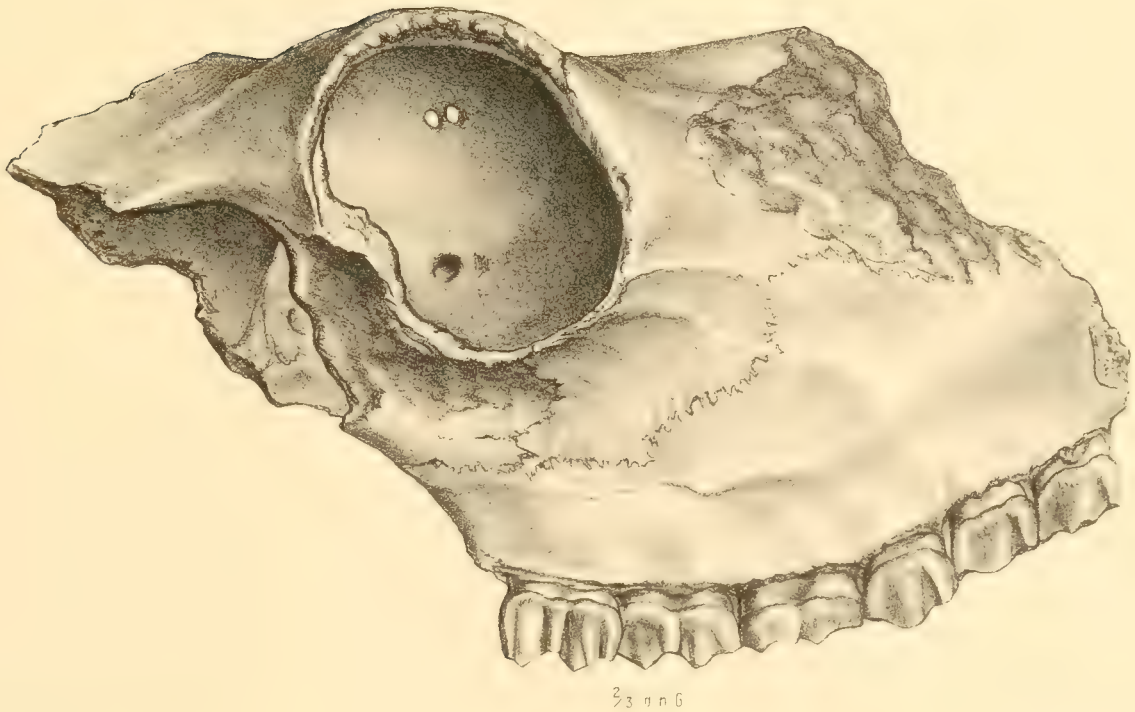
Die Originale zu allen Figuren, mit Ausnahme dessen zu Taf. III, Fig. 7, das im Privatbesitze des Herrn Dr. J. E. Polak ist, befinden sich im k. k. naturhistorischen Hofmuseum.

1.

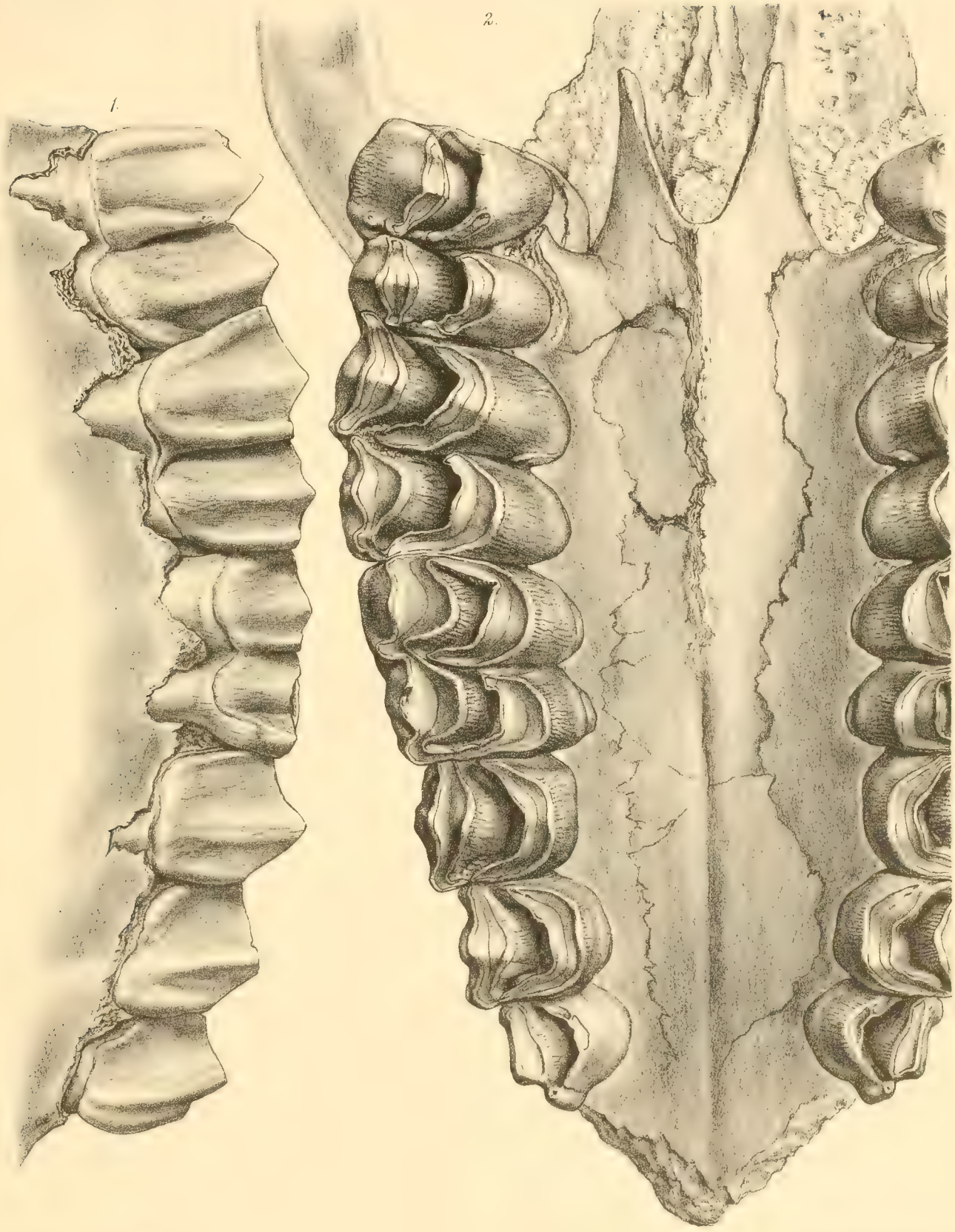


2/3 d n G

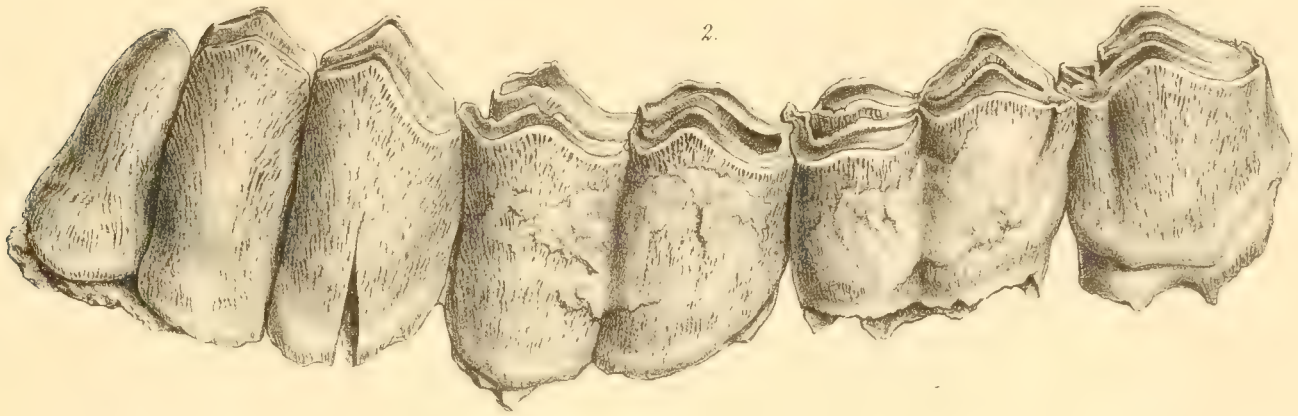
2.

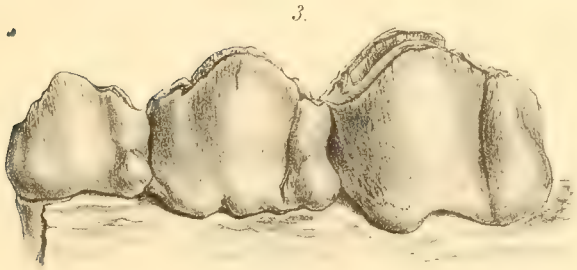


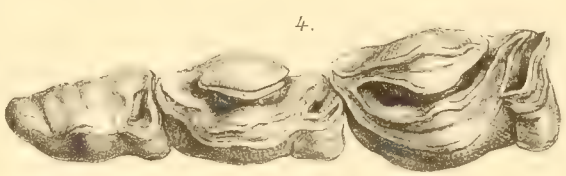
2/3 n n G

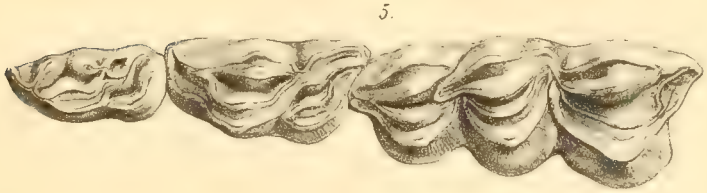

1.
2.

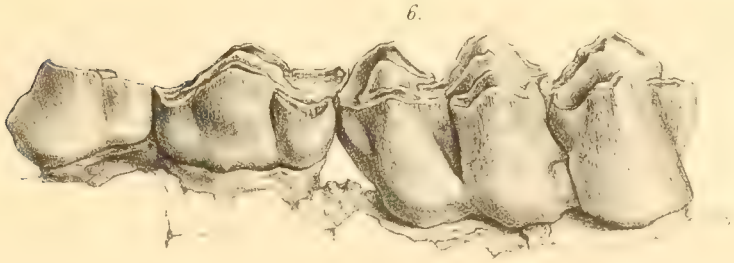
1.


2.

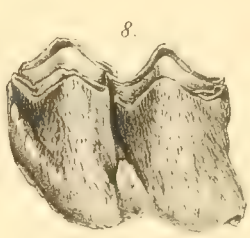

3.

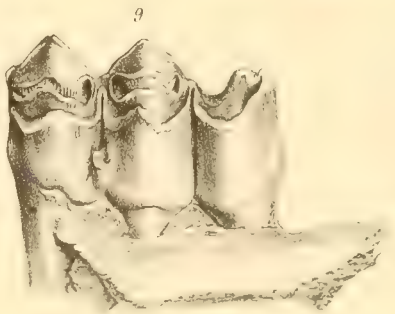

4.

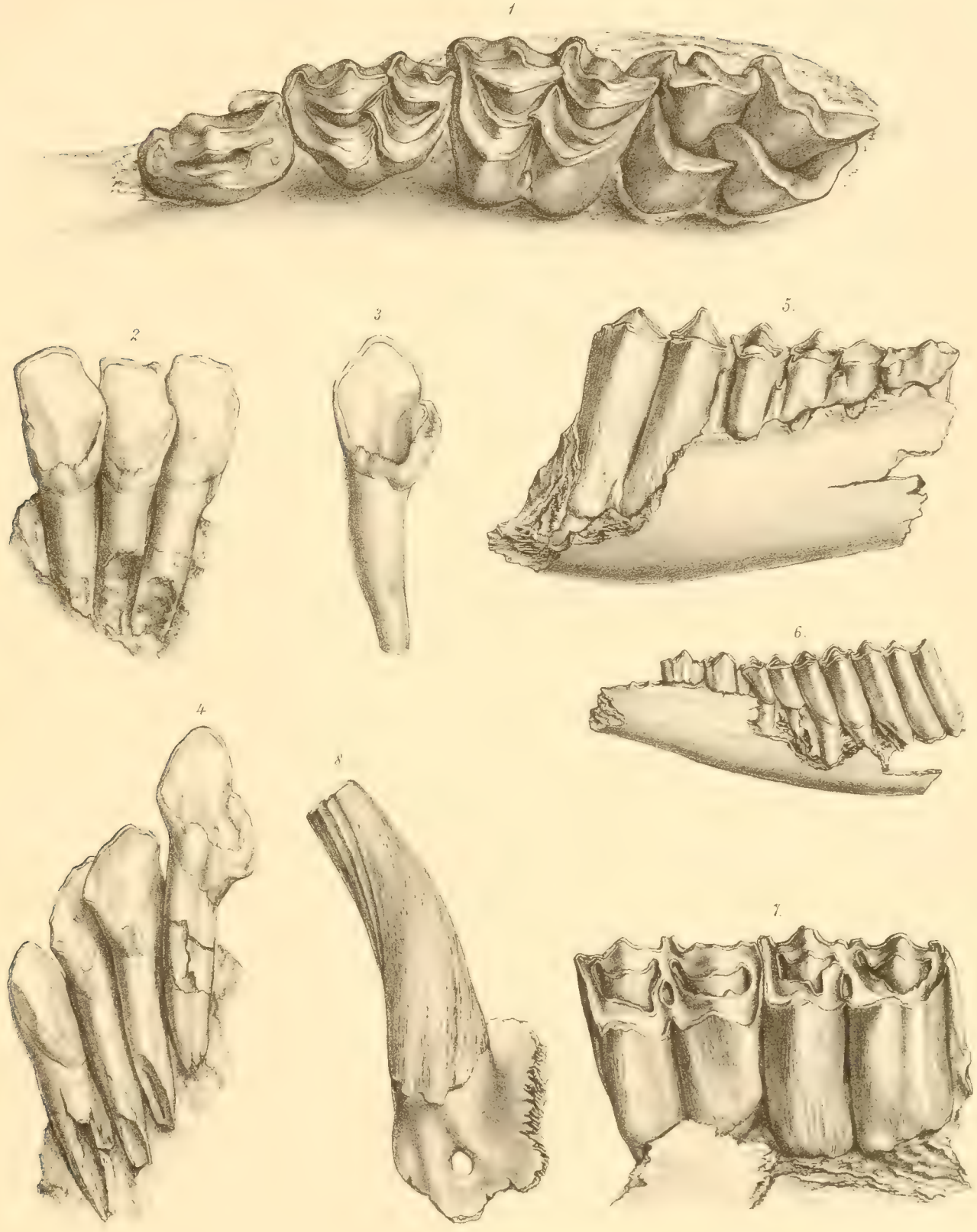

5.

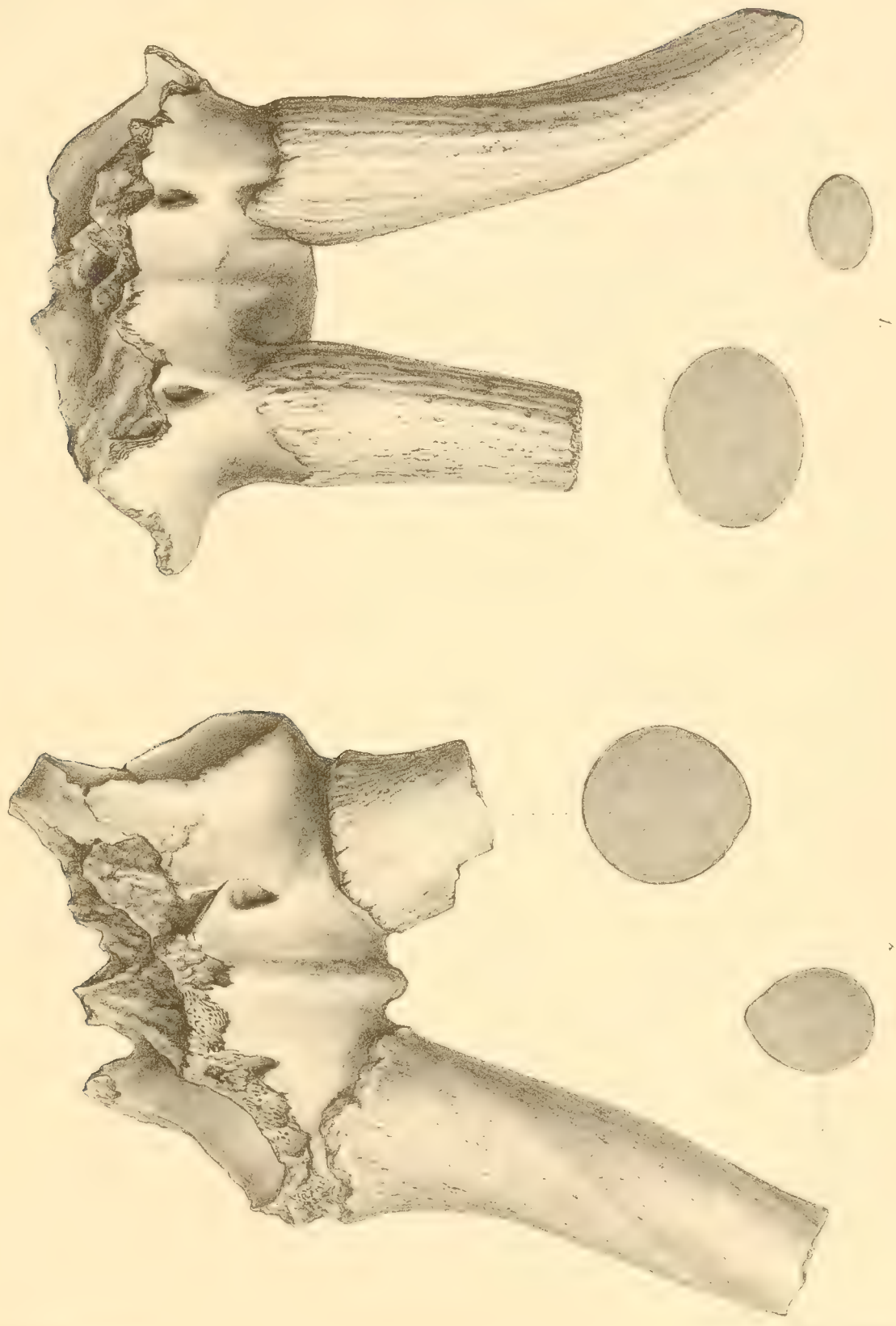

6.

7.


8.


9


1
2
3
5.
6.
4
8
7.



1
5.
b
a
4
b
3.
a
2

3 2044 093 283 265

WIEN.
AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.
1890.